جامعة القاهرة
كلية الزراعة
قسم المحاصيل

مذكرات عملية
فى
تحسين المحاصيل

دكتور
عبدالله فتحى محمد ابراهيم
أستاذ المحاصيل

دكتور
مظهر محمد فوزى عبدالله
أستاذ مساعد المحاصيل

دكتور
أحمد مدحت محمد النجار
مدرس المحاصيل

١٩٧٩

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــة :

يشتمل أى برنامج لتربية المحاصيل على طريقة أو أكثر للتحكم فى تلقيح النباتات المطلوب تحسينها ، أى تلقيحها ذاتيا أو خلطيا (تهجينها) بطريقة صناعية . وهذا يتطلب معرفة وافية بالصفات النباتية للمحصول .

ويتطلب عملية الانتخاب الصناعى Artificial Selection التى يمارسها المربى بانتقاء الأفضل بين مالديه من نباتات اجراء تقييم شامل للنباتات من ناحية صفاتها الاقتصادية . وهذا يستدعى معرفة خاصة بطرق قياس الصفات والأجهزة المستخدمة لذلك ، كما يتطلب أيضا ضرورة قيام المربى بحفظ سجلات دقيقة ووافية لصفات كل أفراد ومايتنتج عنه من نسل Progeny وسلوكه فى مراحل التربية المتعاقبة كى تكون ذلك عاديا للمربى فى عملية الانتخاب .

وحيث أن عملية الانتخاب تهدف الى انتاج الأفضل فلا بد من أن تعقبها عملية غربلة Screening للسلالات أو الأنسال المنتخبة ، تتم بصورة مرحلية ، مع المقارنة بالأصناف القياسية .

وبناء على ماسبق نلاحظ أن الجانب العملى من أى برنامج للتحسين يقتضى من المربى الاحاطة بطرق قياس صفات المحاصيل ، كيفية حفظ سجلاتها ، طرق تقدير تباينها ، وكيفية التحكم فى تلقيح المحاصيل وطرق اجراء اختبارات المقارنة بين المنتخبات .

وسنتناول فى هذه المذكرة شرح هذه الموضوعات بصورة مبسطة .

والله نسأل التوفيق .

****
....

بسم الله الرحمن الرحيم

صفات محاصيل الحقل الهامة

يتعامل مربى المحاصيل اثناء برنامج التربية مع عدد كبير نسبيا من النباتات يختلف من بضع مئات الى بضع الاف وذلك حسب حجم مادة التربية ، ونوع المحصول وهدف التربية . ويشترط لكى يتم تعامل المربى مع هذا العدد الهائل من النباتات على اساس سليم ان يكون ملما الماما تاما بصفات المحصول الذى يقوم بتربيته وان يدرس كل الصفات الاقتصادية التى يحرص على توفرها فى نباتات الصنف الجديد دراسة مستفيضة - وتشمل هذه الدراسة طبيعة الصفة ، وسلوكها الوراثى ، والصفات المرتبطة معها ، ونوع هذا الارتباط ، والطرق المختلفة التى تسمح بسهولة وسرعة قياس الصفة بدقة كافية يعول عليها فى المفاضلة بين النباتات .

ويؤثر فى الصفات النباتية عامة نوعين من العوامل :

١) العوامل الوراثية Genetical Factors او الجينات التى تتحكم فى اظهار هذه الصفة .

٢) العوامل البيئية Environmental Factors مثل الضوء والحرارة والرطوبة (الامطار) ، التربة ، وماتحتويه من عناصر غذائية وميكروبات دقيقة وحيوانات اولية والتى تعرف فى مجموعها باسم Edaphone وهذه فى مجموعها تشكل العوامل البيئية التى تتفاعل مع التركيب الوراثى لكى تظهر الصفة بصورة معينة .

وتقسم صفات النبات تبعا لاسس مختلفة الى :

ا - صفات مورفولوجية Morphological characters مثل طول النبات وشكل النورة وعدد وشكل الاوراق وشكل ولون الثمار او البذور والى غير ذلك .

ب - صفات فسيولوجية Physiological characters : مثل صفة محتوى الحبوب من البروتين وصفات تحمل البرودة او الحرارة العالية والمقاومة للملوحة او الجفاف والمقاومة للرقاد والامراض ومقاومة الحبوب للانفراط .

ومن حيث طبيعة وراثة الصفة تقسم الصفات الى :

١) صفات كمية Quantitative characters : اى صفات معقدة فى وراثتها يتحكم فى اظهارها عديد من العوامل الوراثية (عادة اكثر من ٣ أزواج) ولذا يكون تأثير العوامل البيئية فى مجموعه كبير مما يجعل الانتخاب على اساس مظهر الصفة غير دقيق ولا يعول عليه .

٢) صفات نوعية Qualitative characters : وهى صفات يتحكم فى اظهارها عدد محدود نسبيا من ازواج العوامل الوراثية (زوج الى ثلاثة ازواج)

على الاكثر) .. وهذا فانها تتأثر بالظروف البيئية بدرجة بسيطة او غير ملحوظة فى معظم الاحيان ، ولذلك فان الانتخاب المظهرى لمثل هذه الصفات يعول عليه .

وتتلخص الطرق التى تستعمل لقياس الصفات فى الاتى :

١) القياس بمجرد النظر Visual مثل صفات لون البذور او الثمار او فى حالات غياب او تكون السفا او اغلفة البذور او الثمار او ظهور الاصابة بالامراض .

٢) باستعمال الموازين مثل صفة المحصول (محصول الحبوب او البذور) او محصول العلف الاخضر او الدريس او محصول التبن او القش .

٣) باستعمال اجهزة القياس (المتر او السنتيمتر) ويستعمل لقياس طول النبات او السلاميات او القدمة لقياس قطر الساق (سمك الساق) او قطر الكوز فى الذرة او عرض الاوراق .

٤) باستعمال جهاز Planimeter لقياس مساحة الاوراق (وهى صفة مهمة فى محاصيل العلف الاخضر) .

٥) باستعمال اجهزة معقدة مثل اجهزة قياس الرطوبة الالكترونية التى تستعمل لتقدير نسبة الرطوبة فى البذور أو الثمار واجهزة تقدير صفات الجودة للمحاصيل المختلفة او استعمال الميكروسكوب والميكروسكوب الالكترونى لتحديد نوع الأنسجة او لتقدير درجة الثبات الوراثى Genetic stability عن طريق فحص اعداد واشكال الكروموزومات وسلوكها فى اطوار الانقسام النووى المختلفة .

٦) توفر خبرات خاصة : فمثلاً عند تقدير درجات المناعة أو الاصابة بالامراض والحشرات او عند تقدير الطعم او المذاق Panel test أو درجة النضج يلزم لذلك توفر خبرة خاصة .. كما يمكن تقسيم الصفات الاقتصادية التى يهتم بها القائم بعملية التحسين حسب طبيعة تاثيرها الى :

١) صفات اساسية او اولية تؤثر تاثيرا مباشرا على المحصول وهى مكونات صفة المحصول مثل عدد الافرع الحاملة للسنابل ووزن الحبوب وعدد الحبوب فى كل سنبلة كما فى محاصيل الحبوب أو فى القطن مثلا (عدد اللوز الذى يحمله النبات ووزن اللوزة) .... الخ .

٢) صفات ثانوية تؤثر على المحصول تأثيرا غير مباشر مثل المقاومة للرقاد والامراض والانفراط ومقاومة البرودة والحرارة المرتفعة والجفاف .

٣) صفات الجودة وهذه تختلف باختلاف المحصول وهى غالبا ما تتعلق بالتركيب الكيماوى للمحصول (كما فى صفات جودة الحبوب) او تتعلق بصفات الجودة الطبيعية له كما فى المتانة والنعومة والطول ودرجة نضج التيلة فى القطن .

٤) صفات ذات اهمية خاصة وهذه تختلف باختلاف المحصول : مثل نقص محتوى بذرة القطن من مادة الجوسيبول او انخفاض نسبة حامض الرنين فى بروتين الذرة الى غيرذلك .

اولا : الصفات العامة لمحاصيل الحقل

(١) كمية المحصول Yield

وهى صفة أساسية يهتم بها المربى فى كل المحاصيل على الاطلاق وتتميز بأنها :

١) صفة كمية معقدة فى وراثتها ـ يتحكم فى اظهارها عديد من العوامل الوراثية

٢) صفة مركبة او هى محصلة لعدد من الصفات البسيطة الاخرى التى تعرف فى مجموعها باسم مكونات المحصول (او مجموعة الصفات التى تؤثر مباشرة فى المحصول)

٣) تتاثر بدرجات مختلفة (بطريقة غير مباشرة) بعدة صفات اخرى مثل المناعة او الاصابة بالمرض او المقاومة للظروف البيئية السيئة .

٤) هى لكل ماسبق تتاثر بشدة بالظروف البيئية .

وتبعا للخبرات السابقة فانه يجب على المربى مراعاة الاتى عندما يكون الهدف هو زيادة كمية المحصول :

١) دراسة مكونات صفة المحصول الذى يقوم بتربيته دراسة تحليلية دقيقة .

٢) معرفة مقدار مايساهم به كل مكون من هذه المكونات فى المحصول النهائى .

٣) نظرا لشدة تاثر هذه الصفة بالظروف البيئية فانه يجب عند تقييم نتائج المقارنات بين السلالات فصل التباين الذى يرجع الى عوامل البيئة (التباين البيئى Environmental variance .

٤) للسبب سالف الذكر يجب تتبع صفة المحصول فى الانسال المختلفة للنباتات المنتخبة جيلا بعد جيل ـ وقصر الانتخاب فى كل جيل على احسن الانسال التى يثبت فيها تلازم ارتفاع المحصول فى النباتات ونسلها لعدة اجيال .

٩) نظرا لاختلاف نتيجة التفاعل بين التركيب الوراثى مع ظروف البيئة السائدة فى منطقة الزراعة يجب مقارنة محصول السلالات فى مناطق متعددة ولعدة سنوات للتاكد من استمرار التفوق فى المحصول ٠

وفيما يلى بعض الامثلة لمكونات صفة المحصول فى بعض محاصيل الحقل الرئيسية :

اولا ــ المحاصيل النجيلية (محاصيل الحبوب Cereal crops)

كمية محصول الحبوب فى وحدة المساحة بالكيلوجرام = عدد السنابل فى وحدة المساحة × عدد الحبوب فى السنبلة × متوسط وزن الحبوب (الالف حبة عادة) ٠

ــ وتقاس صفة عدد الافرع القاعدية الحاملة للسنابل : عادة بعد ظهورالسنابل اى بعد ٨٠ الى ١١٠ يوما من الزراعة ــ او فى نهاية الموسم وقبل الحصاد مباشرة وذلك بعد عدد السنابل فى طول ثابت (متر طولى او اكثر) ٠

ــ ويقاس وزن الالف حبة : ياخذ عينه ممثلة للسلالة او الصنف من محصول القطعة بعد الدراس ويعد منها ٥٠٠ حبة مرتين مع مراعاة اختيار الحبوب الكاملة السليمة الخالية من اى اضرار ميكانيكية او لصابة حشرية او مرضية ثم توزن العدتين لاقرب ٠١ر٠ جرام ثم يحسب متوسط الوزنتين ٠

ــ ويقاس عدد الحبوب فى السنبلة : بعد عدد الحبوب فى سنبلة الساق الاصلى فى عينة من عشرة نباتات على الاقل ثم يحسب المتوسط وفى حالة النباتات الفردية يكتفى بعد الحبوب فى سنبلة الساق الاصلى ٠ كما تتاثر صفة محصول الحبوب فى النجيليات كذلك بنسبة العقم الطبيعية والتى تختلف باختلاف الاصناف ــ ويمكن حسابها بعد عدد الحبوب الفاقدة (الازهار العقيمة) ٠٠ فى سنبلة الساق الاصلى بعشرة نباتات على الاقل مقسوما على عدد الازهار فى السنبلة مضروبا × ١٠٠ ٠

وتختلف مكونات صفة محصول الحبوب فى الذرة بعض الشىء عن بقية محاصيل الحبوب الاخرى كمية محصول الحبوب من الذرة فى وحدة المساحة = عدد النباتات الحاملة للكيزان فى وحدة المساحة × عدد الكيزان التى يحملها النبات الواحد × وزن الحبوب (وزن مائة حبة) ٠

ويتأثر صفة محصول الحبوب للنبات الفردى بعدد الكيزان التى يحملها النبات ، عدد الصفوف فى الكوز ، وزن الحبوب ، معدل التلقيط ٠٠ ويقاس

معدل التفريط طبقا للمعادلة :

$$\text{معدل التفريط \%} = \frac{\text{وزن الكيزان} - \text{وزن الحبوب}}{\text{وزن الكيزان}} \times 100$$

نسبة الرطوبة فى الذرة :

نظرا لانه يمكن جمع محصول الذرة وتفريطه ونسبة الرطوبة لاتزال مرتفعة فى الحبوب - كما ان نسبة الرطوبة فى الحبوب تتاثر بشدة الظروف الجوية التى يتم فيها تخزين الحبوب - كذلك فان نسبة الرطوبة عند الحصاد تختلف باختلاف الصنف لذلك كان من الضرورى مقارنة محصول الاصناف والسلالات على اساس المحصول فى المادة الجافة .

ولذا يتم تقدير نسبة الرطوبة فى الحبوب بعد الحصاد والتفريط (اما بتجفيف عينة من الحبوب الصحيحة (١٠ - ٢٠ جرام). او بتجفيف عينة من دقيق الحبوب (٢ - ٥ جرام) فى فرن على درجة حرارة ١٠٥ م لمدة ٦ ساعات على الاقل حتى ثبوت الوزن - او باستعمال اجهزة للتقدير السريع لنسبة الرطوبة فى حجم معين من الحبوب توضع داخل اسطوانة الجهاز وباعداد الجهاز للتشغيل يتحرك المؤشر مشيرا الى نسبة الرطوبة فى العينة - ويستغرق التقدير بهذه الطريقة بضع ثوان فقط .

ثانيا : محاصيل الالياف Fiber crops

(١) القطن Cotton

كمية المحصول من القطن الزهر فى وحدة المساحة بالكيلوجرام .

متوسط عدد النباتات فى وحدة المساحة × متوسط عدد اللوز المتفتح الذى يحمله النبات الواحد × متوسط وزن اللوزة الواحدة .

من المعادلة السابقة يتضح أن النباتات العالية المحصول يجب ان تحمل عدد أكبر من اللوز المتفتح الكبير الحجم - وبالتالى فان كمية الشعر تتناسب تناسبا طرديا مع حجم اللوزه وحجم البذور بداخلها .

كذلك فان كثافة نمو الشعرات على سطح البذرة Lint density تؤثر الى حد كبير على كمية محصول القطن الشعر .

وتؤثر فى كمية محصول القطن الشعر من وحدة المساحة عدد اللوز الذى يحمله النبات ، عدد النباتات فى وحدة المساحة ، متوسط وزن اللوزة وتصافى الحليج .

أ — **حجم اللوزة :** Boll size

يقاس بحساب وزن اللوزة بمعرفة متوسط عدد اللوز الناضج الذى يعطى رطلا واحدا من القطن الزهر — وتعتبر هذه الصفة ثابتة بحيث أن شكل وحجم اللوزة مرتبط بصفات اخرى هامة مثل طول التيلة ودرجة الانتظام — وعموما فان اللوز صغير الحجم مستدق القمة يعطى دائما تيلة اطول من اللوز الكبير المستدير الشكل •

ب — **عدد اللوز الناضج المتفتح الذى يحمله النبات :** Number of opened bolls/plant

وهى صفة شديدة التاثر بالظروف البيئية فاللوز الناضج المتفتح لايمثل الا نسبة بسيطة من مجموع ماينتجه النبات من أزهار وذلك بسبب ارتفاع نسبة التساقط الطبيعية فى القطن — وتتاثر هذه الصفة بالتالى بالظروف البيئية والمعاملات الزراعية المختلفة اثناء موسم النمو — ويحسب متوسط عدد اللوز بعد اللوز الناضج التام التفتح فى عشرة نباتات على الاقل •

جـ — **تصافى الحليج :** Ginning Out-turn

وهى عبارة عن النسبة المئوية للقطن الشعر الناتج بعد الحليج الى وزن معلوم من القطن الزهر ويعبر عن هذه الصفة كذلك بمعدل التيلة Lint Percentage ويؤثر على هذه الصفة وزن البذور الناتجة من وزن معلوم من القطن الزهر لوجود ارتباط عكسى بينهما •

د — **وزن البذور (وزن ١٠٠ بذرة) :** Seed index

يحسب بوزن عدد مائة بذرة — ويراعى ان تكون سليمه وغير مصابة ميكانيكيا او حشريا باضرار ظاهرة — ويكرر العد مرتين او ثلاثة — ويوزن لاقرب ٠١ر٠ جرام ثم يحسب المتوسط •

هـ — **معدل التيلة :** Lint index

وهو وزن الشعر الذى تحمله ١٠٠ بذرة ويحسب من المعادلة الاتية :

Lint index = (وزن القطن الشعر × وزن ١٠٠ بذرة) / (وزن البذرة الناتجة من عينة من القطن الزهر)

٢) **الكتان :**

تختلف الصفات التى تؤثر فى محصول الكتان حسب الغرض الذى يزرع من اجله وتقسم اصناف الكتان حسب الغرض من الزراعة الى :

١) كتان الياف Fibre flax

٢) كتان بذور Seed flax

٣) كتان ثنائى الغرض (للالياف والبذور) Dual purpose flax

فى كتان الالياف Fibre flax يوثر فى صفة كمية المحصول من الالياف مايعرف باسم الطول الفعال Effective length ويقاس الطول الفعال بقياس الساق الاصلى للنبات بالسنتيمتر من سطح الارض حتى موضع خروج اول فرع ثمرى — فكلما تاخر النبات فى اخراج الافرع الثمرية كلما كانت الفرصة متاحة لزيادة الطول الفعال — وتتاثر هذه الصفة بشدة الظروف الجوية والمعاملات الزراعية ٠

وفى كتان البذور Seed flax يوثر فى صفة كمية المحصول من البذرة موضع اول فرع ثمرى ، عدد الافرع الثمرية ، طول فترة الاثمار ، عدد الكبسولات (الثمار) التى يحملها النبات الفردى ، ووزن الالف بذرة ٠ ويتوقف محصول الزيوت على وزن الزيت المستخلص من وزن معين من البذور وهذه بالتالى تتوقف على وزن الالف بذرة ٠

ثالثا — محاصيل العلف الاخضر : Forage crops

ويهمنا فى هذه الحالة معرفة وزن محصول العلف الاخضر (بالكيلو جرام) او (بالطن) فى وحدة المساحة — ويتكون المحصول الكلى من مجموع محصول الحشات المختلفة فى الموسم الواحد بالنسبة لمحاصيل العلف الحولية القابلة للحش ٠

ولما كانت الحشات المتتالية تختلف عن بعضها فى عدة صفات منها : نسبة الرطوبة % ، محتوى النبات من البروتين الكلى او بعض العناصر الغذائية ، كذلك فى C/N -ratio علاوة على اختلاف نسبة النموات الغضة (الاوراق والافرع الصغيرة) الى مجموع محصول الحشة (من اوراق وسيقان) وهو مايعرف باسم Leaf/stem-ratio

ولذلك يجب تقدير أو قياس الصفات الآتية لكى يتسنى الحكم على صفة محصول الحشات المختلفة :

١) تقدير المحصول على اساس الوزن الجاف ٠

٢) تقدير سطح الاوراق ٠ Leaf area index

٣) تقدير نسبة الالياف ٠

٤) تقدير نسبة الاوراق الى مجموع السيقان والجذور (نسبة النموات الغضة) ٠

٥) حساب نسبة C/N- ratio

طريقة تقدير نسبة الرطوبة في محاصيل العلف :

نظرا لان محاصيل العلف الاخضر تحتوى على رطوبة مرتفعة (٨٠ ــ ٩٠ % من وزنها) فان طريقة تقدير المادة الجافة تختلف بعض الشيء عن طريقة تقديرها فى الحبوب او البذور مثلا ــ ولذا يلزم لاجراء الاختبار توفر افران خاصة كبيرة الحجم منظمة درجة الحرارة ومزودة بمراوح لطرد الهواء المشبع ببخار الماء ودفع تيار هواء متجدد اكثر جفافا اثناء عملية التجفيف ــ وتوضع العينات (وهى كبيرة الحجم نسبيا حوالى ٢ ــ ٤ كيلو جرام مادة خضراء) فى صوانى من الالومنيوم ٥٠ × ٤٠ سم وارتفاع ٧ ــ ٨ سم وشبكة القـــاع لتسهيل مرور الهواء الساخن •

ويتم التجفيف على مرحلتين :

تجفيف اولى او مبدئى : على درجة ٧٠ ــ ٨٠ْم لمدة ٧ ــ ١٢ ساعة •

تجفيف تام : يلى التجفيف الاولى ويتم على درجة ١٠٥ْم ولمدة ٦ ساعات علـى الاقل حتى ثبوت الوزن ــ ويجرى الاختبار مرتين ويوخذ المتوسط •

٢ ــ النضـــج : Maturity

تقسم النباتات من حيث موعد نضج المحصول الى :

١) نباتات مبكرة النضج   الزراعة ______ الحصاد

٢) نباتات متاخرة النضج   ______________ الحصاد

٣) نباتات متوسطة النضج   ___________ الحصاد

ويختلف موعد النضج فى أصناف المحصول التابعة لنفس النوع تبعا الى :

١) اختلاف التركيب الوراثى للاصناف •

٢) طول النهار (الفترة الضوئية) • متوسط درجة الحرارة طوال موسم النمو •

٣) توفر حد ادنى من مجموع درجات الحرارة خلال موسم النمو لكى يتجـــه النبات للتزهير والاثمار •

٤) نوع التربة والعناصر الغذائية بها او المضافة اليها والرطوبة الجوية والارضية والظروف السائدة •

ونظرا للتفاوت الواضح فى معظم الاحيان فى موعد النضج لاصناف المحصـول الواحد فانه عند توصية الاصناف الجديدة يجب اختيارها لكى تتلاءم مع طول موسم النمو فى المنطقة التى ستزرع فيها • والدورة الزراعية المتبعة ــ وحيث تهـــرب او تتوفر فيها عوامل المقاومة للامراض والحشرات السائدة فى منطقة الزراعة •

ومن البديهى ان تكون الاصناف المتاخرة متفوقة فى المحصول عن الاصناف المبكرة الا ان الاولى كثيرا ماتتعرض بسبب طول موسم النمو الى كثير من الظروف البيئية السيئة التى توثر تأثيرا شديدا على المحصول مثل الجفاف المصحوب بارتفاع الحرارة الذى قد يصادف موسم التزهير او نضج البذور او الرياح الشديدة او سقوط امطار او برد او جليد كذلك الاصابة بالامراض او الحشرات مما يجعل المحصول المرتفع للأصناف المتاخرة فى النضج غير موكد — بينما يكون الحصول على محصول فى الاصناف المبكرة موكدا عادة — وان كان منخفضا بسبب قصر موسم النمو ٠

وبالرغم من ان التبكير فى النضج والمحصول العالى صفتان يصعب الجمع بينهما فقد تمكن (روبير سنة ١٩٤٠) بالانتخاب داخل اصناف متوسطة النضج من القمح من الحصول على سلالات مبكرة مع عدم نقص محصولها عن الاصول الوراثية المنتخبة منها — كذلك تمكن كل من جوستفاس ، هوفمان من الحصول على طفرات مبكرة من القمح والشعير وعالية المحصول فى نفس الوقت عن الاصناف الام التى عوملت باشعة جاما ٠

ويقاس النضج بطرق مختلفة — تختلف حتى فى المحصول الواحد تبعا لمراحل النمو التى يمكن عندها قياس موعد النضج — ففى محاصيل الحبوب الصغيرة يقاس النضج عند :

١) طور الاستطالة Boot stage or Shooting stage
٢) عند تمام ظهور اول سنبلة خارج غمد الورقة الطرفية ٠
٣) عند تمام ظهور ٧٥ % من السنابل فى القطعة الحقلية ٠
٤) عند طور النضج الاصفر Yellow ripe stage: (اصفرار الاوراق القاعدية والساق والسنابل) ٠
٥) عند طور النضج التام : عند تمام جفاف واصفرار انهاتات وجفاف الحبوب فى السنابل اما فى القطن فيقاس النضج عند :
١) العقدة التى يظهر عندها اول فرع ثمرى ٠
٢) تاريخ ظهور اول فرع ثمرى ٠
٣) تاريخ ظهور اول برعم زهرى
٤) تاريخ تفتح اول زهرة
٥) تاريخ تفتح اول لوزه
٦) نسبة محصول الجنية الاولى الى مجموع محصول الجنيات ٠

اما فى الذرة فيعتبر تاريخ ظهور حريرة النورة الموءنثة كمقياس للنضج وفى الفول يقاس النضج عند :

١) تاريخ ظهور اول زهرة •

٢) تاريخ ظهور اول ثمرة (قرن)

والاتجاه السائد فى العالم حاليا هو توبية الاصناف المبكرة التى تمتازبانها :

١) سريعة الانبات (تنبت على درجة حرارة منخفضة نسبيا) •

٢) سريعة النمو حيث تنتهى نموها الخضرى فى وقت قصير ثم تتجه للازهار والاثمار • وتفسر سرعة النمو هذه اما بسرعة انقسام الخلايا او بسرعة استطالتها مع بطء سرعة الانقسام •

٣) شرهة للمواد الغذائية سريعة الاستفادة من العناصر الغذائية الموجودة فى التربة او المضافة اليها وخصوصا من عنصرى الازوت والفسفور حيث تختزن النباتات المبكرة احتياجاتها من هذين العنصرين واللازمة لسرعة تكوين الازهار والثمار فى وقت قصير •

٤) اتساع خلايا الخشب واللحاء مما يسمح بسرعة حركة المواد الغذائية وانتقالها بمعدل عالى داخل النبات سواء العصارة النيئة المتجهة الى الجذور او العصارة المجهزة المتجه الى الاوراق او الى اماكن التخزين •

٥) ارتفاع معدل التمثيل الغذائى وبالتالى ارتفاع صافى عملية التمثيل Net- assimilation بسبب زيادة النموات الغضة ذات الكفاءة العالية فى التمثيل عن النموات المسنة •

٦) المتطلبات الحرارية اللازمة للنباتات المبكرة عادة ماتكون منخفضة •

٧) تهرب من الاصابة بالامراض والحشرات او من الظروف البيئية السيئة كالجفاف والامطار وانخفاض او ارتفاع الحرارة وغيره من العوامل الجوية او البيئية الغير مناسبة التى قد تسود اثناء التزهير او نضج المحصول •

٨) محصولها منخفض عادة بسبب قصر موسم النمو الا انه موكد الحصول عليه •

٣ ــ المقاومة للرقاد Lodging resistance

يعتبر الرقاد من الصفات الكمية نظرا لتعدد العوامل الوراثية التى تتحكم فى اظهاره ولكثرة تاثره بعوامل البيئة المختلفة ــ ولتعدد انواع الرقاد نفسه •

انواع الرقاد :

١) رقاد الجذور Root lodging ضعف المجموع الجذرى للنبات وعدم تعمقه بسبب ارتفاع مستوى الماء الارضى او شدة تماسك التربة او بسبب الاصابة بالامراض او الحشرات او النيماتودا •

٢) رقاد النباتات من قاعدتها عند سطح الارض : ويكثر حيث تنتشر الاصابة بالامراض او سقوط برد او جليد او بسبب الاصابة بالحشرات كالثاقبات او الحفار .

٣) انكسار الساق او التوائها فى المنطقة المحصورة بين العقدة ٢ ــ ٤ وهو مايعرف بـ Stalk lodging نتيجة لثقل وزن المجموع الخضرى فوق نقطة الانكسار او بسبب جفاف المجموع الخضرى اسفل نقطة الانكسار بسبب اصابة مرضية (كالشلل فى الذرة) .

٤) انكسار الساق عند طرفها بعد طرد السنابل Ear lodging واثناء نضج المحصول وهو اكثر انواع الرقاد خطورة على المحصول ويكون بسبب ثقل ماتحمله السنابل او الكيزان من الحبوب ويعرف كذلك برقاد السنابل او رقاد الكيزان .

ويمكن تلافى او تقليل الضرر الناتج من النوعين الاوليين للرقاد عن طريق العناية بعمليات تمهيد موقد البذرة قبل الزراعة ــ واجراء الترقيع والاهتمام بالمزيق والعناية بالصرف ــ اما النوعين الثالث والرابع فانه لايمكن باى حال تلافى الضرر الناتج عن رقاد النباتات الكبيرة او النباتات فى نهاية الموسم وقرب نضج المحصول ــ ويبلغ الضرر الناتج عن هذين النوعين الاخيرين من الرقاد ٣٠ ــ ٥٠ ٪ من المحصول ــ وفى احيان اخرى قد يتعذر الحصول على محصول بالمرة بسبب حدة الظروف التى تشجع على الرقاد وانتشار الاصابة بالامراض والحشرات والافات فى النباتات الراقدة .

وتتوقف صفة المقاومة للرقاد الى حد كبير على :

١) النمو الغزير للمجموع الجذرى (كبر حجمه وزيادة تفرعه وتعمقه داخل التربة)

٢) زيادة المقاومة الميكانيكية للساق ويكون ذلك بزيادة عدد الافرع القاعدية وزيادة تغليظ عقد الساق السفلى وقصرها فى الطول او ان الساق الطويلة الرفيعة تكون مرنة بدرجة كافية بحيث تكون قابلة للانحناء تحت تاثير الظروف البيئية التى تشجع على الرقاد ولكنها لاتنكسر وتعود الى حالتها الطبيعية بعد زوال المؤثر الذى يشجع على الرقاد .

٣) تتناسب المقاومة الميكانيكية للساق مع مايحمله النبات من اوراق وافرع خضرية وثمرية وثمار او سنابل فى مراحل النضج وخصوصا عندما يصادف هذه المرحلة سقوط امطار غزيرة او رياح شديدة او سقوط برد او ثلوج .

ونظرا لتاثر هذه الصفة بدرجة كبيرة بالظروف البيئية (الرياح والامطار والبرد والثلوج والتسميد الازوتى الغزير فانه يكتنف قياسها تحت ظروف الحقل صعوبات كثيرة

اهمها : اختلاف الظروف الجوية من سنة الى اخرى او منطقة الى اخرى ــ واختلاف تاثر مقاومة السلالات او الاصناف تبعا لطور النمو الذى تصادفه الظروف الغير ملائمة التى تشجع على الرقاد • فالسلالات التى اخرجت السنابل تكون اكثر تعرضا للرقاد من التى مازالت فى طور الاستطالة ولم تظهر سنابلها بعد ــ كما ان الظروف الجوية قد تكون فى بعض السنين من القسوة بحيث يصعب معه تحديد السلالات المقاومة من غير المقاومة للرقاد •

الشروط الواجب مراعاتها عند اجراء اختبار المقاومة للرقاد فى تجارب حقلية :

١) تجرى اختبارات الحقل فى احواض مستطيلة كبيرة الحجم نسبيا ($\frac{1}{100}$ ــ $\frac{1}{50}$ من الفدان) •

٢) تتم الزراعة فى سطور او خطوط فى اتجاه هبوب الرياح وليس فى اتجاه عمودى مع اتجاه هبوبها •

٣) تنتخب السلالات التى تبقى قائمة تحت الظروف الجوية التى تشجع على الرقاد لموسمين زراعيين متتاليين على الاقل •

٤) تحسين اجراء الاختبار فى الاراضى المكشوفة المعرضة للرياح او المناطق الغزيرة الامطار كما تفضل الزراعة المتاخرة حتى يصادف موسم النضج الظروف البيئية التى تشجع على الرقاد •

٥) يستعمل التسميد الازوتى الغزير وزيادة معدل التقاوى والرى الصناعى الغزير كوسائل لجعل الظروف البيئية مهيأة للرقاد فى حالة عدم توفر الظروف الطبيعية كالرياح والامطار •

٦) يقاس الرقاد بالنظر بتقدير درجة انحناء او تقصف نباتات كل سلالة ومقارنتها بالسلالات المقاومة للرقاد والمزروعة معها فى نفس حقل التجربة •

طرق قياس مقاومة النباتات الفردية للرقاد :

١) تقدر مقاومة النباتات الفردية للرقاد فى محاصيل الحبوب بعدد الارطال اللازمة لكسر الساق الاصلى للنبات •

٢) وزن وحدة الاطوال من القمم او وزن السلاميات القاعدية للساق الاصلى ــ وزيادة الوزن فى الحالات السابقة تدل على زيادة المقاومة للرقاد •

وقد ابتكر Crafius and Brown طريقة لاختبار مقاومة النباتات الفردية فى الشعير للرقاد بتعليق سلسلة ذات حلقات ثابتة الوزن ــ تحت قاعدة السنبلة ثم حساب قيمة اطلق عليها cIr وهى تساوى

$$c\,L\,r = \frac{\text{وزن السلسلة (عدد الحلقات × وزن الحلقة الواحدة)}}{\text{طول الساق من سطح الارض حتى قاعدة السنبلة}}$$

وعادة ماتستعمل سلسلة وزن حلقاتها ١٫٤١ جم للنباتات الفردى اما النباتات المزروعة زراعة كثيفة فان وزن الحلقة يكون ٥٫٠ جم — ولاجراء هذا الاختبــار ، يجب اخذ قراءات على ٢٥ ساق ثم يحسب المتوسط الحسابى لها ٠

قياس المقاومة للرقاد فى القطع الحقلية باستعمال جهاز ...nding Dyanometer (من Kossebau) :

وتعتمد فكرة هذا الجهاز على قياس الثقل اللازم لرقاد النباتات القائمة فـى الحقل اثناء طور النضج اللبنى للحبوب حيث تربط مجموعة النباتات فى القطعـــة الحقلية بسلسلة الجهاز ويثبت الطرف الاخر للسلسلة بقائم الجهاز ويستمر فى وضع اثقال ثابتة (كيلوجرامات) حتى تقارب اطراف النباتات سطح الارض فتقاس عـدد الكيلوجرامات التى تحملتها النباتات حتى الرقاد — فزيادة الثقل تدل على زيادة المقاومة للرقاد (ارسم رسم تخطيطى للجهازين السابقين فى ورقة منفصله) ٠

الصفات المورفولوجية التى تدل على مقاومة عالية للرقاد :

١) تغليظ الساق — الساق القصيرة الطول — قصر السلاميات القاعدية ٠
٢) زيادة وزن المجموع الجذرى وزيادة تفريعه وتعمقه فى التربة وزيادة عدد الافرع القاعدية ٠
٣) النصل الرفيع القصير القائم ذو لون اخضر داكن يدل على مقاومة عالية للرقاد ٠

ومن الناحية التشريحية تمتاز الساق المقاومة للرقاد بـ :

١) زيادة عدد صفوف الخلايا الاسكلارنشيميه فى طبقة القشرة ٠
٢) زيادة قطر الساق تدل على مقاومة عالية ٠
٣) زيادة تغليظ جدار الساق Culm wall tickness وهى اكثر الصفات ارتباطا بمقاومة عالية للرقاد ٠

٤ — مقاومة البذور او الثمار للتساقط (المقاومة للانفراط)

Shattering Resistance

وهى صفة كمية مرتبطة ارتباطا وثيقا فى وراثتها بالمقاومة للرقاد — بمعنى ان زيادة مقاومة الساق للرقاد تكون مصحوبة غالبا بمقاومة البذور او الثمار للتساقـط عند النضج ويقصد بالانفراط فى محاصيل الحبوب انتثار الحبوب وتساقطها او كسر السنابل او سقوط كيزان الذرة قبل النضج او اثناء الحصاد او الدراس ولذلـــك تشكل هذه الصفة اهمية خاصة لدى مربى المحاصيل فى البلاد التى يتم فيهـا جنى او حصاد المحصول ميكانيكيا وتوجد هذه الظاهرة فى بعض المحاصيل مثل :

الحبوب – الكتان – الفول – السمسم • وتعتبر الاصناف المبكرة النضج اكثر قابلية لتساقط البذور او الثمار من الاصناف المتأخرة •

طرق القياس :

١) حساب نسبة الحبوب او الثمار (اللوز) او البذور المتساقطة على فترات منذ بدء نضج السنابل فى الحقل (كنسبة مئوية من العدد الكلى او الوزن الكلى للثمار) •

٢) تعليق السنابل او الثمار فى حبال من الدوباره فى حجرة منظمة درجة الحرارة والرطوبة بحيث تكون اطرافها مدلاه لاسفل وحساب نسبة الحبوب المتساقطة الى وزن الحبوب الكلى •

٣) طريقة Wirth باستعمال جهاز لقياس الصفة فى المعمل حيث تثبت السنابل الناضجة المعلومة الوزن على الابر المثبتة فى لوحة جهاز رج يتحرك حركة ترددية افقية (٢٢٠ ذبذبة فى الدقيقة) ثم تعد الحبوب المتساقطة وتنسب الى الوزن الكلى بعد ادارة الجهاز لمدة ٥ و ٢٠ و ٨٠ دقيقة •

والجدول التالى يبين النسب المئوية لاوزان الحبوب المتساقطة عند استعمال الجهاز :

صنف القمح	نسبة الحبوب المتساقطة بعد تشغيل الجهاز		
	٥ دقائق	٢٠ دقيقة	٨٠ دقيقه
١	٦ر٢٤%	٩ر٤٢%	٦ر٦٢%
٢	٥ر٣٢ %	١ر٦٢ %	٢ر٧٠ %
٣	٥ر٤١ %	٥ر٧١%	٩ر٧٦ %

(ارسم رسم توضيحى للجهاز مبينا عليه الاجزاء فى ورقة منفصلة)

٤) طريقة Priebs تعتمد على فكرة الجهاز السابق مع اختلاف بسيط فى ان هذا الجهاز يقيس التساقط نتيجة لفعل ثقل ثابت وتحت تأثير قوة الجاذبية الارضية تثبت السنابل من اعناقها بين قطعتى خشب وبحيث يكون اطرافها مدلاة لاسفل وثبت فى قطعتى الخشب من الجانبين زوايا حديد بطول يزيد عن ضعف طول السنابل – ويستعمل لاسقاط قطعتى الخشب المثبت بينهما السنابل ثقل ثابت قدره ٨ كجم موجود على ارتفاع ثابت قدره ١٨٥ سم ويترك الثقل يسقط عند تشغيل الجهاز تصطدم الزوايا الحديد بقاعدة الجهاز وتستقبل الحبوب المتساقطة من الجهاز على فوطة من القماش وتوزن وتحسب نسبتها المئوية •

تزداد نسبة الحبوب المتساقطة فى الحالات الاتية :

١) وزن الالف حبة المرتفع حيث تكون الحبوب الممتلئة الكبيرة الحجم اكثر قابلية للانفراط .

٢) فى سنابل الساق الاصلى اكثر من سنابل الافرع القاعدية للنبات الواحد .

٣) فى الاصناف المبكرة بصفة عامة عنها فى الاصناف المتأخرة .

(ارسم رسم تخطيطى للجهاز فى ورقة منفصلة مبينا عليها الاجزاء)

وقد يعتمد عند الانتخاب لعدم القابلية للانفراط على صفة مرتبطة لهـــا يسهل تقديرها بالنظر فقد لوحظ فى الفول مثلا ان القرن " المحزز " لاتنفــرط حبوبه بسهولة بعكس القرن المنتفخ ــ وفى محاصيل الحبوب يدل كبر حجم القنابــع وتغطيتها تماما للعصيفة والاتب او وجود شعرات او زغب عليها ــ كذلك عـــدم تساقط السفا عند النضج كلها صفات مرتبطة بالمقاومة العالية للانفراط ــ وفى الذرة التصاق الكوز بالساق وقصر حامل الكوز وتغليف غمد الورقة التى يظهر فى ابطهـــا الكوز للسلامية تغليفا كاملا يدل على مقاومة عالية للتساقط وتعرف هذه الصفة فى القطن باسم Storm proof or Storm resistance كما ان تماسك القطن الزهر فى ابراج اللوزة الناضجة المتفتحة يدل على مقاومة عالية للتساقــط وعدم تاثره بالرياح .

٥ ــ المقاومة للبرودة Winter Hardness or Cold Resistance

وتعتبر اكثر الصفات اهمية لمربى الحبوب فى الخارج ــ وقد اصبحت هنـــاك ضرورة ملحة لتربية اصناف تتحمل البرودة تحت الظروف المحلية نظرا لان جـــو الشتاء فى مصر اصبح اقل ثباتا عن ذى قبل بدرجة اثرت بصورة واضحة علـــى كل المحاصيل الشتوية ــ وخاصة محاصيل الحبوب ~~اقل ثباتا عن ذى قبل بدرجــة اثرت بصورة واضحة على كل المحاصيل الشتوية وخاصة محاصيل الحبوب~~ ويعــزى الضرر الناتج عن انخفاض الحرارة الى تجمد الماء مما يترتب عليه زيادة حجمــه وبالتالى تتهتك الانسجة وتموت ــ ولايقصد بتحمل البرودة او الانسجة الخضــراء تتحمل درجات الحرارة المنخفضة او نزول الصقيع او البرد او الثلوج فقط بل يدخل فى الحسبان كذلك مقاومة الجذور لهذه الظروف الجوية السيئة ومقاومة النبـــات عامة لما قد ينتشر تحت هذه الظروف من افات وامراض ــ وتثبت هذه الصفـــة لذلك يعتبر من الصعوبة بمكان الاختلاف حدة الظروف البيئية من عام الى اخر وبالتالى لاختلاف تاثر الانسجة الحية تبعا لذلك فقد وجد فى السويد ان بعض

اصناف الراى الشديدة المقاومة للبرودة فى الاعوام التى تنخفض فيها درجة الحرارة الى اكثر من ٢٠ تحت الصفر مع استمرار سقوط الثلوج لفترة طويلة • تصاب بشدة الذبول فى الشتاء العادى (ــ ٤ الى ــ ١٠ م) وفى عدم وجود غطاء ثلجى كذلك لم تتحمل اصناف القمح الروسية المقاومة للبرودة الشديدة • برد ــ الشتاء العادى عند زراعتها لمدة سنوات فى المانيا ــ ولا يكفى ان يكون الصنف المقاوم للبرودة يتحمل انخفاض الحرارة خلال فصل الشتاء فقط بل يجب ان تستمر مقاومته لانخفاضات الحرارة المفاجئة خلال فصل الربيع حيث ان النباتات النامية فى طور الاستطالة تكون اكثر حساسية واشد تأثرا بالتقلبات الجوية فى الربيع من البادرات فى طور التفريع القاعدى ومرحلة تكوين الجذور الدعامية فى الشتاء •

وقد امكن تثبيت هذه الصفة فى عدة اصناف حديثة فى السويد بالانتخاب المستمر لمدة سنوات داخل الاصناف المحلية الغير مقاومة ــ كما تمكن كثيرا من البحاث من نقل صفة المقاومة للبرودة من الطرز الشتوية الى الطرز الربيعية بطريقة التهجين ــ ويجرى اختبار السلالات فى الخارج للمقاومة للبرودة بزراعة ٥٠ حبة من كل سلالة فى صندوق (٧٠ x ٥٠ x ٢٠ سم) مملوء بخليط من الطمى والسماد البلدى بنسبة ٢ : ١ وتتم الزراعة فى موعد متأخر (اكتوبر ونوفمبر) وتوضع الصناديق فى مكان مرتفع نسبيا وتظلل من اعلى حتى لاتتعرض الى سقوط الثلوج مباشرة ، ويضمن هذا تعريض النباتات الى تاثير درجات الحرارة المنخفضة والرياح وبعد ذوبان الثلوج وارتفاع درجة الحرارة فى الربيع التالى تنتخب النباتات الطبيعية ، التى تستانف النمو الخضرى دون تاثر كبير = ويمكن إجراء الاختبار تحت ظروف المعمل حيث تزرع البذور فى الصناديق سالفة الذكر وبعد الانبات توضع فى غرف ذات درجة حرارة منخفضة ثم تقارن نسبة النباتات التى لم يقتلها انخفاض درجة الحرارة ، وتمتاز هذه الطريقة بسهولة التحكم فى درجة الحرارة ومدة التعريض •

٦ ــ مقاومة الحرارة والجفاف Heat and Drought Resistance

تعنى مقاومة الحرارة بان الانسجة النباتية الحية تقاوم التاثير الضار الناتج عن الارتفاع او الانخفاض الكبير فى درجة الحرارة الخارجة عن الدرجة المثلى لنمو النبات ــ والذى غالبا مايترتب عليه ان الماء يصبح فى صورة غير صالحة لامتصاص النبات ــ وغالبا ما يؤدى ارتفاع الحرارة مع توفر الماء فى التربة الى زيادة معدل النتح (فقد الماء) عن معدل الامتصاص مما يسبب خلل فى حركة الماء والمواد

الغذائية ويؤدى الى الظاهرة التى تعرف علميا باسم العطش الفسيولوجى والذى يترتب عليه الذبول الموقت للنباتات واستمرار تاثير ارتفاع الحرارة لمدة طويلة يترتب عليه الذبول المستديم للنباتات وموتها • وكثيرا ما يصاحب تاثير الحرارة (سواء بالارتفاع او الانخفاض) تعرض النباتات لتاثير الجفاف مما يسبب ذبولها او موتها وبالتالى مما يوثر تاثيرا بالغا على المحصول وخصوصا فى الاراضى الرملية الخفيفة وفى مناطق الرى الصناعى •

وتختلف مراحل نمو النبات من حيث شدة تاثرها بالحرارة والجفاف :

١) مرحلة الاستطالة : حيث تبلغ سرعة النمو اقصاها ولذا تكون اشد مراحل النمو تاثرا ويؤدى الى الموت المبكر •

٢) مرحلة التزهير : تؤدى الى نسبة كبيرة من العقم نتيجة جفاف حبوب اللقاح وموتها او جفاف البويضات حديثة العقد وموتها •

٣) مرحلة النضج : تعطى حبوب او ثمار صغيرة الحجم (ضامرة) •

وتزداد مقاومة الانسجة الحية للجفاف بـ :

١) زيادة قدرة الخلايا على تخزين الماء •

٢) زيادة مقاومة الخلايا على فقد الماء (الطبقة الشمعية على السيقان والاوراق ـ نقص عدد الثغور وسرعة قفلها)

٣) عدم تاثر بروتوبلازم الخلايا اثناء الجفاف بحيث تسير التفاعلات الحيوية سيرها الطبيعى بعد توفر الماء وزوال تاثير الجفاف •

الصفات المرتبطة بمقاومة عالية للحرارة والجفاف والتى تساعد على الانتخاب المظهرى لهذه الصفة هى :

١) المجموع الجذرى الغزير المتعمق •

٢) المجموع الخضرى المتوسط (الحجم او الوزن)

٣) وجود طبقة شمعية كثيفة على السيقان والاوراق او تغطيتها بالزغب •

٤) نقص عدد الثغور على اسطح الاوراق

٥) الساق القائم والنصل القصير القائم ذو اللون الاخضر الداكن استدامة القنابع فى السنابل تغطيه كوز الذرة تغطية كاملة بالاغلفة الخارجية •

طرق قياس مقاومة النباتات للحرارة والجفاف :

١) اجراء انبات البذور فى جو جاف على درجة حرارة مرتفعة نسبيا (١٠٠ ْم) ويعتبر زيادة عدد البذور النابتة او البادرات الصغيرة دليلا على شدة المقاومة •

PEG

٢) انبات البذور فى محاليل مختلفة التركيز من مادة D-Manitol للحصول على ضغوط اسموزية مختلفة او استعمال مادة C C C لنفس الغرض ـ وارتفاع نسبة الانبات فى هذه المحاليل يدل على مقاومة عالية للجفاف .

٣) تعريض البادرات او النباتات لدرجات حرارة مرتفعة لمدد مختلفة اثناء مراحل نمو معينه .

٤) تعطيش النباتات عن طريق اطالة الفترات بين الريات فى الحقل .

٧ ـ مقاومة الامراض والحشرات

Disease and Insect Resistance

للتربية لصفة المقاومة للامراض يقوم المربى من الناحية العملية بدراسة الصفات فى كائنين حيين هما النبات العائل والطفيل المسبب للمرض ـ وعادة فان الظروف التى تناسب نمو النبات لاتناسب نمو الطفيل وبالعكس . ولاختبار المقاومة يقوم المربى باحداث العدوى الصناعية لنباتات المحصول فى مرحلتين مختلفتين من مراحل النمو :

١) طور البادرة لاختبار مقاومة البادرة الصغيرة Seddling or young plant resistance
ويجرى هذا الاختبار فى الصوبة عادة حيث يخصص جزء منها لاختبار الامراض ويحكم ذلك بزراعة بضع بذور من كل نبات فى قصارى صغيرة واجراء عدوى صناعية على البادرات الصغيرة (اول ورقة او ثالث ورقة) ثم تترك القصارى فترة التحضين حتى يتم ظهور اعراض الاصابة عندئذ يمكن تمييز البادرات المنيعة او التى لاتصاب من تلك القابلة للاصابة بشدة والتى تظهر عليها اعراض الاصابة ـ عندئذ يمكن اختبار عدد كبير من السلالات فى مكان محدود وفى وقت قصير وسرعة ودقة كافية وايضا بامكانيات وتكاليف محدودة ـ كما انه يمكن اختبار عدة سلالات فسيولوجية محدده فى وقت واحد .

٢) طور النباتات الكاملة لاختبار مقاومة النباتات البالغة Adult plant resistance
اذ انه يلزم الحكم على النباتات المقاومة فى طور البادرة والتاكد من استمرار مقاومتها للمرض فى اطوار النمو المتاخرة ـ وعادة ما يخصص جزء من حقل للتربية لاختبار المقاومة للامراض ويطلق عليه حقل الامراض Disease Nursery حيث توفر جميع الظروف البيئية التى تساعد على انتشار

المرض من حيث زيادة الرطوبة (زيادة الري ورش النباتات بالماء عدة مرات كل ٣ يوم) والزراعة المتاخرة وزيادة التسميد الازوتي وزراعة عدد كبير من النباتات التي تصاب بشدة بالمرض حول سطور النباتات المراد اختبارها في الحقل الى غير ذلك من الظروف التي تساعد على سرعة وزيادة انتشار الاصابة بالمرض •

وسوف نستعرض فيما يلي بعض طرق احداث العدوى الصناعية بالامراض او الحشرات :

اولا — امراض تنتقل للنباتات عن طريق التربة Seed borne diseases
مثل امراض تعفن الجذور والذبول Fusarium والنيماتودا •

ويجرى اختبارها على مرحلتين :

ا — في الصوبة : بزراعة النباتات في قصارى تحتوى على تربة موبوءة او في تربة معقمة من الطمي او الرمل ومخاليط منهما يتم عدوتها صناعيا بجراثيم الفطر او بعدد ثابت من بيض النيماتودا — ويجرى تعقيم تربة القصارى بعد كل اختبار — وبعد ظهور اعراض الاصابة تنتخب النباتات المقاومة وهذه يعاد زراعتها لاختبار مقاومتها في الحقل وهذا يقتصر اختبار الحقل على عدد محدود من النباتات التي تاكدت مقاومتها في طور البادرة تحت ظروف الصوبة •

ب — في الحقل : ويكون بزراعة النباتات في تربة معروف انها موبوءة بالفطر او الحشرة كما في فطريات الذبول — او يتم نقل مخلوط جراثيم الفطر الى الطبقة السطحية للتربة ويتطلب الامر في كثير من الاحيان اعادة تعقيم طبقة سطح التربة بعد انتهاء الاختبار وهذه العملية ليست سهلة من حيث الاجراء كما انها عالية التكاليف ولذا يفضل اجراء الاختبار في قصارى كبيرة (٣٠ او ٥٠ سم) او براميل او احواض اسمنتيه حتى يكون حجم التربة محدود — كما ان ذلك يسهل عملية التعقيم عقب كل اختبار •

ثانيا — امراض تنتقل جراثيمها عن طريق الهواء : وهذه يمكن تقسيمها الى قسمين حسب طور النمو الذي تحدث فيه الاصابة الى :

ا — امراض تصيب المجموع الخضري : مثل امراض اصداء الساق والاوراق Stem and leaf rusts وامراض البياض الدقيقي Powdery mildew وتحدث الاصابة بهذه الامراض عن طريق الثغور والعديسات والجروح وتتميز

الفطريات التى تحدث هذه الامراض بانها متطفلة اجباريا Obligate Parasites
اى انه لايمكن تنميتها على بيئات صناعية ولذلك يحتاج الامر الى توفر العائل النباتى مع توفر درجة الحرارة والرطوبة التى تناسب نمو وانتشار كوسيلة لابديل عنها لاكثار جراثيم الفطر •

ويجرى الاختبار لهذه المجموعة من الامراض على مرحلتين :

١) اختبار مقاومة البادرات الصغيرة فى الصوبة لسلالة فسيولوجية واحدة او لعدد من السلالات المنتشرة فى المنطقة : ويجرى فى الصوبة كالاتى :

١) تزرع ١٠ ــ ٢٠ بذرة من نسل كل نبات مراد اختباره فى قصرية (٥ او ٨ سم) وتترك لتنمو فى الصوبة حتى تمام ظهور اول ورقة او ثالث ورقة (وهو الطور الذى يمكن عنده احداث العدوى الصناعية) فيما بعد ــ ويسمح الجزء الباقى بين اصابع اليد لازالة الطبقة الشمعية (وفى حالة احداث العدوى للورقة الثالثة يجب ازالة الورقة الاولى والثانية منعا لحدوث الخطأ) •

٢) يقص ٢ ــ ٣ سم من طرف الورقة المراد احداث العدوى الصناعية بها لتمييزها عن بقية الاوراق التى ستظهر •

٣) ترش النباتات جيدا بالماء ــ كما يرش الماء فى الجو المحيط بالنباتات وتعلق قطع من القماش المبلل بالماء لجعل الرطوبة الجوية مدة الحضانة قريبة من ١٠٠ ٪ حيث انها انسب الظروف لتكاثر المرض وظهور اعراض الاصابة •

٤) تتم العدوى بنفض اجزاء النباتات المصابة او باستعمال فرشاه صغيرة او مشرط او بتعفير جراثيم الفطر او برش معلق مائى لمخلوط من جراثيم عدة سلالات ــ او بنقل جراثيم الفطر الجافة بواسطة طرف ابره تشريح •

٥) تبدأ بعد ذلك فترة التحضين ويراعى خلال هذه الفترة (٢ ــ ٣ ايام) ان تتوفر درجة الحرارة والرطوبة اللازمتين لنمو وانتشار الفطر •

٦) بعد ٧ ــ ١٢ يوما من احداث العدوى تظهر الاصابة بدرجة واضحة على الاجزاء المعدية بالصورة التى يمكن معها تمييز النباتات المصابة عن غير المصابة •

تقص جميع الاوراق التى ظهرت على البادرات فيما عدا الورقة المعدية (المقصوصة الطرف) وذلك قبل تقدير درجات الاصابة •

وتقسم درجات الاصابة بين منيع وشديد الاصابة حسب شكل البثرات وتوزيعها كما يلى :

(0) منيع او Immune لايوجد اى مظهر للاصابة على الاوراق المعدية •

(0;) شديد المقاومة Hyper Sensitive or Highly resistance تظهر على الاوراق المعدية بقع صفراء او بنية صغيرة الحجم ولاتتكون بثرات بالمرة مما يدل على فشل الفطر فى النمو داخل انسجة الورقة — وتدل هذه البقع على اصابة الانسجة السطحية للورقة وموت الخلايا المصابة بسرعة وبالصورة التى لاتمكن الطفيل من الاستمرار فى النمو داخل خلايا جديدة •

١) مقاومة جيدة Good Resistant تظهر على الاوراق و السيقان الى جانب البقع البنية اللون — بثرات صغيرة الحجم قليلة العدد متفرقة الوضع ولا يتاثر نمو البادرة بهذه الاصابة بدرجة ملحوظة•

٢) مقاومة متوسطة Resistant تزداد البثرات فى الحجم والعدد عن الدرجة السابقة ويظل نمو البادرة دون تاثر ملحوظ بالاصابة •

٣) يصاب Susceptable بثرات كبيرة الحجم (٣ — ٥ مم فى الطول) كثيرة العدد تغطى مساحة ملحوظة من الاوراق والسيقان ويتاثر نمو النباتات بدرجة واضحة •

٤) يصاب بشدة Highly susceptable تكون مظاهر الاصابة واضحة جدا من حيث كبر حجم البثرات وانتشارها واتصالها حيث يكون شرائط طولية او تغطى معظم مساحة الاوراق والسيقان ويتاثر النمو الخضرى والزهرى للنباتات المصابة بوضوح •

٢) اختبار مقاومة النباتات البالغة ويجرى فى الحقل على السلالات والاصناف التى اظهرت مقاومة عاليا فى اختبار الصوبة — اذ غالبا ما تكون مقاومة البادرة مستمرة فى النباتات الكبيرة فى الحقل — ويختلف الاختبار فى هذه المرحلة عن اختبار الصوبة فى :

١) يقتصر اجراء اختبار الحقل على السلالات او الاصناف التى اظهرت مقاومة عالية تحت ظروف الصوبة •

٢) تتم العدوى فى الحقل باستعمال مخلوط جراثيم اكبر عدد ممكن من السلالة الفسيولوجية للفطر التى تنتشر فى منطقة الزراعة •

٣) يزرع كل صنف او سلالة فى خط (سطر) او اكثر وتزرع السطور الخارجية لكل حوض وكذلك الحواف باصناف شديدة الاصابة بالمرض •

٤) ترش النباتات المراد اختبارها بالماء ثم تعفر او ترش بمعلق جراثيم الفطر او تحقن السنابل قبل ظهورها من غمد الورقة الطرفية وعادة ما يكتفى بحقن سنبلة الساق الاصلى •

(ارسم المحقن الخاص الذى يستعمل فى احداث العدوى الصناعية)

وعند تحديد درجات الاصابة او المقاومة للنباتات فى الحقل تقسم الدرجات الى مجموعتين :

(0, 0; , 1 and 2) على اعتبار انها نباتات مقاومة دون تمييز •

و (3 and 4) على اعتبار انها نباتات مصابة كذلك دون تمييز •

وقد امكن زيادة عدد البثرات النامية بعد احداث العدوى الصناعية بجراثيم الفطر المسبب لمرض صدا الساق الاسود بان تعلق الجراثيم فى محلول تركيزه $\frac{1}{10}$ من محلول بانتوثيانات الكالسيوم

ب ــ امراض تصيب الازهار او النورات : Floral infecting diseases

مثل امراض التفحم السائب فى القمح ، والمغطى فى الشعير والذرة الرفيعة وتتم العدوى الصناعية عادة فى الحقل برش السنابل بعد ظهورها مباشرة بمعلق جراثيم الفطر او بحقن السنابل قبل الظهور ــ وتجمع الحبوب الملوثة بجراثيم الفطر وتزرع فى الموسم التالى وعند النضج تقدر درجة الاصابة بحساب النسبة المئوية للسنابل المصابة الى مجموع السنابل الكلى •

جــ امراض تصيب الحبوب Seed borne diseases : مثل

غالبية امراض التفحم وتتم العدوى الصناعية بخلط الحبوب الجافة قبل الزراعة بمخلوط جراثيم الفطر او تنقع الحبوب قبل زراعتها فى معلق الجراثيم وبعد نضج السنابل تقدر نسبة النباتات المصابة (وذلك باعتبار ان حبة واحدة مصابة فى السنبلة دليل كافى لاعتبار ان النبات كله مصاب)

ثالثاً ـ امراض تنتقل عن طريق الحشرات : Insect transmitted diseases

ويمثلها الكثير من امراض الفيرس التى تنتقل غالبا بانواع من المن Aphids sp. وتتم العدوى الصناعية لهذه الامراض باحدى الطرق الاتية :

١) تنقل حشرات المن من نباتات مصابة الى النباتات المراد اختبارها

٢) استعمال بعض النباتات الحساسة للفيرس للكشف عن درجة انتشار الاصابة فى النباتات المختبرة .

٣) حقن او نقل عصير النباتات المصابة بابرة تشريح او مشرط داخل انسجة النباتات المراد اختبارها .

رابعا ـ الحشرات وطرق احداث العدوى الصناعية بها :

قد يحدث الضرر للنباتات عن طريق :

١) الحشرة الكاملة .

٢) احد اطوار نمو الحشرة (اليرقة او الحورية) ـ وفى كلتا الحالتين يتم تربية الحشرة فى المعمل وينقل الطور الذى يحدث الضرر الى النباتات المراد اختبارها سواء فى الصوبة او الحقل مع اتخاذ احتياطات كافية لمنع تسرب الحشرات او تعرضها لاعدائها الطبيعية . وتتم الزراعة عادة داخل صوبة سلكية او تغطى النباتات الفردية المراد اختبارها فى الحقل باقفاص من السلك او من قماش التل لعزلها عن الجو الخارجى وتترك مدة كافية ثم تقدر درجة الاصابة .

وفى حالة انتشار الاصابة الطبيعية بالحشرة فى منطقة ما بصورة وبائية يمكن زراعة الاصناف المراد اختبارها مع مجموعة من الاصناف التى تصاب بشدة واخرى معروفة بانها تقاوم الاصابة ـ وتزرع بحيث يصادف موسم انتشار الحشرة طور النمو للنباتات التى تتاثر بدرجة واضحة بالاصابة ـ وفى نهاية الموسم تنتخب الاصناف المقاومة على اساس تقدير النسبة المئوية للنباتات المصابة فى كل صنف ـ وقد استعملت هذه الطريقة بنجاح فى انتخاب اصناف من القمح مقاومة لذبابة Hessian fly فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة منذ ١٨٨٠ .

طريقة لاختبار مقاومة جذور الطماطم للنيماتودا :

١) يتم الحصول على بادرات طماطم طبيعية خالية من الاصابة (بطول ١٠ ـ ١٥ سم)

٢) تغسل جذور البادرات المراد اختبارها جيدا بالماء .

٣) تعبأ التربة المعقمة فى قصارى ١٥ سم ويعمل فى وسط القصرية ثقب قطره ٣ ـ ٥ سم .

٤) يوضع فى داخل هذا الثقب عدد ثابت من بيض النيماتودا •

٥) تزرع البادرات السليمة السابق غسل جذورها بالماء داخل الثقب وتروى بانتظام وتترك فى غرفة التحضين على درجة حرارة ورطوبة مناسبة مدة ١٠ — ١٥ يوما ثم تقدر بعدها درجة الاصابة بعد العقد المتكونة على الجذور وتقدير حجمها •

٨ — صفات الجودة فى بعض محاصيل الحقل الهامة

Breeding for good quality characters

تعتبر صفات الجودة فى كل محاصيل الحقل كذلك من الصفات الكمية المعقدة فى وراثتها والتى يتحكم فيها عدد غير قليل من العوامل الوراثية كما يتفاوت تأثرها كثيرا بظروف البيئة — ويهتم مربو المحاصيل فى العالم اهتماما شديدا بتحسين صفات الجودة للاصناف الجديدة بما يتلاءم مع تطور الاغراض المختلفة التى يستعمل فيها المحصول وتطور رغبات المستهلك — ولذلك سنتكلم عنها باعتبارها جزءا من الصفات العامة التى تحظى باهتمام المربين — ولما كانت صفات جودة المحصول تختلف من محصول الى اخر — بل وقد تتعدد صفات الجودة فى المحصول الواحد تبعا لتعدد الاغراض التى يستخدم فيها او لاختلاف مراحل التصنيع التى يمر بها — ولذلك فسنعرض فيما يلى صفات الجودة لكل محصول على حدة والطرق المتبعة فى قياسها فى برامج التربية •

اولا •• صفات الجودة لمحاصيل الحبوب

(١) القمح :

تعنى صفات الجودة الممتازة فى القمح بان تكون صفات الحبوب الطبيعية وكذلك تركيبها الكيماوى يتناسبا مع الاغراض الصناعية التى تستعمل فيها الحبوب (الطحين — العجين — الخبز) •

وتشمل صفات الجودة مجموعة الصفات الاتية :

ا — صفات الحبوب :

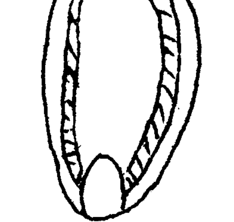
١) الرتبة (درجة النظافة)

٢) اللون ٣) الشكل

٤) درجة الامتلاء ٥) لون الاندوسبرم

٦) نسبة الاغلفة بالوزن : وزن الحبوب

٧) الاصابة بالحشرات والامراض والاضرار الميكانيكية •



(وضح مكونات حبة القمح على الرسم)

ب ـ صفات الدقيق :

١) معدل استخلاص الدقيق : النسبة المئوية للدقيق الابيض الخالص الناتج من طحن ١٠٠ كجم من الحبوب ـ فيقال استخلاص ٧٠ او ٨٠ او ٨٥ ٪ وزيادة نسبة الاستخلاص صفة مرغوبة •

٢) لون الدقيق : لون الدقيق المستخلص ابيض بينما الدقيق الكامل (دقيق + سن ورده) فيتأثر بلون كل من السن والردة وبالتالى يتأثر لون الخبز تبعا للون الدقيق المصنوع منه •

٣) كفاءة فصل الدقيق (عن السن والردة) : اذا زادت نسبة الرطوبة فى الحبوب عند الطحن عن حد معين فان حبيبات الدقيق تتجمع وتتقارب فى الحجم من حبيبات السن والردة مما يؤثر على كفاءة الفصل اثناء عملية النخل وبالتالى لايكون الاستخلاص كاملا اى ان جزء من حبيبات الدقيق تنفصل مع السن والردة وبالتالى ينقص معدل الاستخلاص ـ كذلك اذا نقصت نسبة الرطوبة فى الحبوب عن حد معين (جفاف الحبوب) عند الطحن يؤدى الى ان جزيئات السن والردة تتقارب فى الحجم من حجم حبيبات الدقيق المستدقة فى الصغر وبالتالى ينفصل جزء من السن والردة مع الدقيق فيزيد معدل الاستخلاص بطريقة غير طبيعية وبالتالى يتاثر لون الدقيق ـ ولذا يجب تعديل نسبة الرطوبة فى الحبوب قبل الطحن الى ١٤ ـ ١٦ ٪ للحصول على كفاءة عالية فى فصل الدقيق عن المكونات الخشنة (السن والردة) اثناء عملية النخل •

جـ ـ صفات الخبز :

يحتوى الدقيق على ٧٨ ـ ٨٤ ٪ نشا و ٨٫٥ ـ ١٦ ٪ بروتين كلى جزء منه قابل للذوبان فى الماء والجزء الاكبر الباقى لايذوب فى الماء (قابل للذوبان فى الكحول والاحماض العضوية) وهو الذى يعرف باسم جليادين القمح Giliadine ـ وعلى كمية هذا الجزء من البروتين ودرجة جودته تتوقف الى حد كبير صفات جودة الخبز الناتج • وتقاس صفات الخبز اما باجراء اختبار الخبيز المباشر ـ او بطرق غير مباشرة بالحكم على محتويات الحبوب دون الحاجة الى اجراء اختبار الخبيز •

متطلبات اجراء اختبار الخبيز :

١) توفر كمية كبيرة من الحبوب او الدقيق (١ ــ ٢ كيلو حبوب)
٢) توفر امكانيات معملية واجهزة خاصة •
٣) توفر خبرات فنية خاصة باعداد كبيرة •
٤) الاختبار متعدد المراحل ولذا لايمكن اجراؤه على عدد كبير من السلالات في وقت قصير •
٥) يتكلف اجراء الاختبار على عدد كبير من الاصناف كثيرا من الوقت والجهد والنفقات •

مميزات الطرق الغير مباشرة للحكم على صفات جودة الخبيز :

١) طرق تحليله سهل الاجراء ــ تعطى نتيجة دقيقة عند استعمال كميات بسيطة من الحبوب (١ ــ ٢ جم) •
٢) تستعمل فيها ادوات معملية عاديه ورخيصه •
٣) طرق ميسورة لايحتاج اجراوها الى توفر خبرات خاصة •
٤) قلة الوقت اللازم للاختبار مما يسهل معه اجراوه على عدد كبير نسبيا من السلالات في وقت قصير •
٥) قلة الجهد والوقت والنفقات اللازمة لاجراوه •
٦) لكل ماتقدم يمكن اجراوه في بدء برنامج التربية •

من المقارنة السابقة بين متطلبات اجراء اختبار الخبيز المباشر والحكم الغير مباشر بتقدير صفات اخرى وثيقة الصلة بجودة الخبيز يمكن القول بان الطريقة الغير مباشرة تصلح للاستعمال في بدء برنامج التربية حيث عدد السلالات كبير والكمية المتوفرة من حبوبها قليلة نسبيا ــ اما الطريقة المباشرة فيمكن استعمالها في نهاية برنامج التربية على عدد محدود من السلالات وحيث تتوفر الكميات الكبيرة من الحبوب اللازمة لاجراء الاختبار •

وفي اجراء اختبار الخبيز بالطريقة المباشرة يتم الحكم على ثلاث مجاميع من الصفات التى يتضمنها تقدير الخبيز Baking Report لكل عينة يجرى عليها الاختبار كالاتى :

ا ــ صفات العجين : وهذه تشمل قياس :

١) معدل العجين = $\frac{\text{وزن العجين ــ وزن الدقيق}}{\text{وزن الدقيق}} \times ١٠٠$

٢) سرعة امتصاص العجين للماء (بقياس الوقت الذى تستغرقه عملية العجين)

٣) سرعة التخمر " " بعد انتهاء العجين الى نهاية التخمر)

٤) معدل الزيادة فى حجم العجين المتخمر = $\frac{\text{حجم العجين المتخمر} - \text{الدقيق}}{\text{الدقيق}} \times ١٠٠$

ب ـ صفات الخبيز وتشمل القياسات الاتية :

١) وقت الخبيز الزمن بالساعة الذى تستغرقه عملية الخبيز

٢) معدل الزيادة فى حجم الخبز = $\frac{\text{وزن الخبز الناتج} - \text{وزن الدقيق}}{\text{وزن الدقيق}} \times ١٠٠$

٣) نسبة مخلفات الخبيز = $\frac{\text{وزن العجين} - \text{وزن الخبز الناتج}}{\text{وزن العجين}} \times ١٠٠$

٤) نسبة الثغور = حجم الخبز الناتج .

٥) تصافى الخبيز = $\frac{\text{وزن الخبز الناتج}}{\text{وزن الدقيق}} \times ١٠٠$

٦) عدد الخبيز Bread Number = $\frac{\text{حجم الخبز} \times \text{حجم الثغور}}{١٠٠}$

جـ ـ الحكم على الخبز الناتج : وتشمل قياس الصفات الاتية :

١) الشكل

٢) درجة الاحمرار (تلوين القشرة)

٣) نسبة القشرة الى اللب او سمك القشرة

٤) درجة تماثل الثغور من حيث الحجم والتوزيع على مسطح الرغيف .

٥) الطعم

٦) مدة الحفظ (عدد الايام التى يبقى فيها الخبز صالحا للأكل دون تاثر ملحوظ فى صفاته) .

ويعطى لكل صفة من الصفات السابق قياسها درجة فى تقدير الخبيز بحيث ان مجموع الدرجات فى القياسات المختلفة يعطى محصلة تعرف باسم قيمة الخبز Bread value وكلما ارتفعت هذه القيمة كلما دل ذلك على ارتفاع صفات جودة الخبيز .

وتتلخص الطرق الغير مباشرة فى الحكم على جودة صفات الخبيز فى تقدير :

١) البروتين الكلى فى الحبوب او الدقيق .

٢) بتقدير الجيلوتين الرطب او الجاف ٪ (البروتين الغير ذائب)

٣) بتقدير قدرة الجيلوتين على الثبات فى محاليل الاحماض العضوية .

(٢) الشـــعير :

يستخدم اجود اصناف الشعير فى العالم لتصنيع البيرة وسنقتصر فى الكلام عن الصفات التى يتم قياسها وادنى الحدود اللازم توفرها لصفات جودة ممتازة لحبوب الشعير لكى تصلح لتصنيع البيرة :

١) نسبة انبات مرتفعة لاتقل عن ٩٨ % .
٢) الحبوب الممتلئة الكبيرة الحجم والمتجانسة (لاتقل نسبة الحبوب الكبيـــرة عن ٧٥ %) .
٣) ارتفاع وزن الالف حبة (اكثر من ٣٥ جم) .
٤) انخفاض معدل الاغلفة بالوزن (لايتجاوز ١٢ % من وزن الحبوب) .
٥) نسبة البروتين الكلى فى الحبوب منخفضة (لاتتجاوز ١٢ %) .
٦) نسبة الرطوبة لاتتجاوز ١٦ % .
٧) خلو الحبوب من الاصابة الفطرية والحشرية او التلف الميكانيكى للاغلفـــة والجنين كذلك يجب ان تكون تامة النضج خالية من اللون الاخضر .
٨) معدل استخلاص لايقل عن ٨٠ % .

(٣) الارز :

يمكن تقسيم صفات الجودة طبقا لمراحل التداول المختلفة التى يمر بهـــا محصول حبوب الارز من المزارع الى المستهلك الى :

ا ــ صفات الارز الشعير :

حيث تعتبر نسبة الرطوبة بالحبوب وقابلية الصنف لسرعة الجفاف التى تؤثر على صفات جودة الارز الشعير وبالتالى على تحمله للتخزين لفترة طويلة قبل التبييض دون فقد فى الوزن او انخفاض صفات الجودة ــ ويشترط ان لاتزيد عند الحصاد عن ١٦ % .

ب ــ صفات الارز الابيض : وهذه تتاثر بالصفات الاتية :

١) نسبة الرطوبة بالحبوب عند التبييض .
٢) نسبة الاغلفة الخارجية الى وزن الحبوب الكلى حيث تؤثر على معدل تصافى الارز الابيض .
٣) درجة مقاومة الحبوب للكسر اثناء التبييض حيث تؤثر على نسبة الحبوب الكاملة
٤) مظهر الحبوب البيضاء الكاملة ٥) الاندوسيرم الشفاف المتجانس .

جـ ـ صفات جودة الطهى Cooking quality

تقسم حبوب الارز من حيث حالتها بعد الطهى الى :

١) حبوب تحتفظ بحالتها وتبقى مفردة لاتلتصق ولا تتعجن ...y or dry grain

٢) حبوب تفقد حالتها المفردة وتتعجن او تلتصق ببعضها بعد الطهى
(وهذه اقل جودة وغير مرغوبـــة Nonflaky or dry grains
Sticky or moist grains
للمستهلك) .

وتقاس صفات الطهى اما بطريقة مباشرة باجراء اختبار الطهى او بطرق غيـــر مباشرة يعطى كل منها مدلولا دقيقا لجودة صفات الطهى .

اولا ـ الطرق الغير مباشرة :

١) اختبار الثبات فى القلوى : تنقع الحبوب فى محلول ايدروكسيد البوتاســــيوم لمعرفة مدى بقاءها بحالتها الصلبة بعد مدة ٢٤ ساعة ـ الاصناف الصلبة بعد الاختبار تدل على رداءة صفات الطهى .

٢) اختبار اليود : تبنى فكرة الاختبار على العلاقة الموجبة بين نسبة الاميلوز فى الحبوب وجودة صفات الطهى ـ والمعروف ان الاميلوز يعطى لـــون أزرق داكن مع اليود فكلما كان اللون معتما كلما دل ذلك على جـــودة صفات الطهى .

٣) درجة انتفاخ الحبوب بعد الطهى : وجد ان هناك علاقة وثيقة بين تمدد الحبيبات وبين جودة صفات الطهى ـ ويعرف رقم الانتفاخ Swelling Num. بانه وزن الماء الذى يمتصه ١٠٠ جم من الارز المطهى على درجة ٩٨ م بينما تعرف النسبة بين الزيادة فى حجم الارز المطهى : حجمه قبل الطهى بانها معدل التمدد فى الحجم Expanded Volume

ثانيا ـ الطريقة المباشرة باجراء اختبار الطهى : وخطواتها كالاتى :

١) يوضع ٥ جم من الارز الابيض فى مخبار مدرج سعة ١٠٠ سم ٣ ويضـــاف اليها ٤٠ سم ٣ ماء مقطر ثم تغطى فوهة المخبار .

٢) يوضع المخبار فى حمام مائى على درجة حرارة ثابتة (٨٠ م) .

٣) يقرأ حجم الارز فى المخبار بعد ٢٠ دقيقة ثم تعاد القراءة بعد ذلك كل ١٠ دقائق حتى مدة ٩٠ دقيقة .

٤) الحجم النهائى هو الحجم الذى يثبت عنده الارز الناضج فى قراءتين متتاليتين .

٥) مدة الطهى هى المدة بالدقائق التى يصل فيها الارز الى الحجم النهائى •
٦) معامل الامتصاص Expantion Ratio هو النسبة بين الحجم النهائى للارز الناضج والحجم قبل الطهى •
٧) يجرى هذا الاختبار ٢ ــ ٣ مرات ثم يؤخذ المتوسط •

(٤) الــــذرة :

تستعمل حبوب الذرة فى الدول الكبرى المنتجة له اساسا فى تغذية الحيوان ونسبة بسيطة فى تغذية الانسان (حيث تستعمل الحبوب البيضاء فى انتاج بعض الاغذية مثل Corn meal, Corn flour & Corn flakes)
كما يستعمل دقيق الحبوب فى الدول الفقيرة لصناعة الخبز او يستعمل لانتاج مواد صناعية مختلفة مثل النشا والجلوكوز وعسل الجلوكوز والكحول والاسيتون والبيوتانول • كما ان النباتات او الكيزان الخضراء تستعمل كعلف اخضر او تحفظ كسيلاج ــ وتبعا لتعدد الاستعمالات يشترط ان تتوفر فى اصناف الذرة التى تصلح لاستعمال ما صفات جودة معينة ــ وسوف نعرض فيما يلى صفات الجودة الهامة :

١) صفات جودة الحبوب :

أ ــ درجات الحبوب : تقسم الحبوب الى درجات تبعا للونها :

حبوب بيضاء : لاتزيد نسبة الحبوب الصفراء بها عن ٢ ٪ •
حبوب صفراء " " " البيضاء " " ٥ ٪ •
حبوب مختلطة تشتمل على الحبوب الصفراء والفاتحه والحمراء والقرنفلية والبنفسجية •

ويشترط تجانس لون الحبوب بحيث تتبع احدى الدرجتين الاوليين حتى تناسب غرض استعمالها فى تغذية الانسان او احد الاغراض الصناعية الاخرى ــ اما الحبوب المختلطة تستعمل عادة كعلف للحيوان •

ب ــ رتب الحبوب : تحدد رتب الحبوب فى الولايات المتحدة نتيجة لعدة قياسات كما فى الجدول الاتى :

الرتبة	وزن الحبوب بالرطل فى البوشل	نسبة الرطوبة %	نسبة المواد الغريبة %	نسبة الحبوب التالفة الكلية %	بتأثير الحرارة %
١	٥٦	ـــ ر١٤	٢	٣	١ر٠
٢	٥٤	٥ر١٥	٣	٥	٢ر٠
٣	٥٢	٥ر١٧	٤	٧	٥ر٠
٤	٤٩	ـــ ر٢٠	٥	١٠	ـــ ر١
٥	٤٦	ـــ ر٢٣	٧	١٥	ـــ ر٣

وتعتبر الذرة صيوانية Flent اذا كانت ٩٥ ٪ من الحبوب على الاقل صيوانية كما تعتبر الذرة منفوزة Dent اذا كانت ٩٥ ٪ من الحبوب على الاقل منفوزة وتقسم حبوب الذرة الصيوانية او المنفوزة الى الرتب الخمس السابقة تبعا لنتيجة قياس الصفات المبينه فى الجدول السابق .

جـ- نسبة الحبوب الغير قادرة على الانبات Sound seeds ويقصد بذلك الحبوب التى تعرضت للتلف وموت او ضعف حيوية الجنين لسبب :

١) ارتفاع نسبة الرطوبة عند الحصاد او اثناء التخزين .
٢) ارتفاع الحرارة الشديدة فى النضج او اثناء التخزين .

ويؤدى ضعف حيوية الجنين او موته الى :

١) تدهور مكونات الحبوب (الاندوسبلازم) من البروتين والزيت والنشا بدرجة تؤثر على صلاحيتها للاستعمال فى التغذية او لاى غرض صناعى اخر .
٢) يقلل من قيمة الحبوب كتقاوى .

د- نسبة الرطوبة فى الحبوب : نظرا لان نسبة الرطوبة بالحبوب الناضجة عند الحصاد تختلف من ٢٠ ٪ الى اكثر من ٣٠ ٪ - كما ان هذه النسبة عرضة للتغير الشديد بالزيادة او النقص تبعا لظروف التخزين ومدته - ولذا فقد اصطلح على حساب محصول الحبوب بعد التفريط وتعديل نسبة الرطوبة الى ١٥٫٥ ٪ كاساس لمقارنة المحصول وكاساس لرتبة الحبوب (انظر الجدول السابق) .

هـ- محتوى الحبوب من المواد الغذائية والفيتامينات : تحتوى حبة الذرة فى المتوسط على المكونات الاتية كنسبة مئوية بالوزن :

١٣٫٥ رطوبة ٦١ ٪ نشا ٢٫٣ ٪ الياف ١٠٫٠ ٪ بروتين
١٫٤ ٪ سكريات ذائبة ١٫٤ ٪ ماء ٤٫٠ ٪ زيت ٦٪ سكريات خماسية
٠٫٤ ٪ مكونات اخرى .

وفى الذرة الصفراء المنفوزة يكون الجنين ١١٫٦٪ فى حين يكون الاندوسبرم حوالى ٨٢ ٪ وتكون اغلفة الحبوب الداخلية (Pericarp) حوالى ٥٫٥ ٪ ولزيادة محتوى الحبوب من الزيت او البروتين او كليهما يجرى الانتخاب على اساس :

١) حجم او وزن جنين الحبة المرتفع .
٢) اختيار الاصناف التى تستجيب للتسميد الازوتى الغزير
٣) وزن ١٠٠ حبة المرتفع .

(٢) صفات جودة الدقيق : يتم طحن حبوب الذرة التى تستعمل لانتاج الدقيق او لاغراض صناعية اخرى باحدى طريقتين :

أ ـ طحين الحبوب الجافة : Dry Milling

ويستعمل لهذا الغرض الاصناف ذات الحبوب البيضاء حيث يستعمل الدقيق لاعداد كثير من الاطعمة ـ ويفضل لهذا الغرض الاصناف ذات الحبوب البيضاء حيث يستعمل الدقيق لاعداد كثير من الاطعمة ـ ويفضل لهذا الغرض الحبوب المنضوزة العريضة القاعدة البيضاء ذات الاندوسبرم النشوى •

ب ـ طحين الحبوب الرطبة (المبتلة) : Wet Milling

وتستعمل الحبوب البيضاء او الصفراء على السواء ـ وفى الوقت الحاضر نظرا لتعدد الاغراض التى يستعمل فيها دقيق الذرة الناتج بهذه الطريقة يشترط توفر مواصفات خاصة فى الحبوب لتتناسب لنوع معين من الانتاج الصناعى :

١) حبوب صفراء للحصول على زيت جنين الذرة •
٢) حبوب صفراء للحصول على دقيق غنى فى نسبة الكاروتين •
٣) حبوب بيضاء عاليه فى الاميلوز ومنخفضة فى نسبة الاميلوبكتين يستعمل فى صناعة البلاستيك •

(٣) صفات جودة العلف الاخضر او الجاف او السيلاج :

فى كثير من دول اوربا حيث لايسمح موسم النمو بالتزهير وتكوين كيزان او حبوب تزرع الذرة اساسا للحصول على محصول العلف الاخضر او الدريس او السيلاج ولذا يشترط لكى تتلاءم الاصناف المزروعة مع هذه الاغراض أن تكون :

١) سريعة النمو مبكرة النضج (٥٥ ـ ٧٠ يوم طول موسم النمو) •
٢) غزيرة النمو الخضرى ومتكاثفة الاوراق •
٣) نسبة الاوراق : السيقان مرتفعة ونسبة الالياف منخفضة •
٤) نسبة الرطوبة منخفضة •
٥) انخفاض نسبة السكريات الاحادية والاحماض الامينية •
٦) ارتفاع نسبة النشا والبروتين المخزن فى الاوراق •

ثانيا ـ صفات الجودة لمحاصيل الالياف

القطـــــن

تشمل صفات جودة تيلة القطن الصفات الطبيعية الاتية :

الرتبة ـ الطول ـ انتظام الطول ـ المتانة ـ الاستطالة ـ النعومة ـ النضج ـ وسنتناول بايجاز شرح هذه الصفات واهميتها لمربى القطن ـ والطرق المتبعة فى قياسها فيما يلى :

١ ـ الرتبة : Grade

أقدم وابسط واسرع وسيلة لتقييم القطن فى التجارة وهى مقياس لدرجة نظافة القطن (نسبة ماتحتويه التيلة من الشوائب او المواد الغريبة والشعرات الميتة) ـ ويعطى الفرز مدلولا للرتبة (درجة النظافة) وطول التيلة وتختلف حدود الرتب واسمائها فى الولايات المتحدة عن مصر وفى السودان تستعمل الارقام للتفريق بين الرتب المختلفة ـ ولدينا فى مصر الان ٧ رتب رئيسية ـ هذا الى جانب انصاف وارباع واثمان الرتبة الواحدة ـ وقد وجدت هناك علاقة قوية بين رتب القطن المصرى وبين نسبة عادم الغزل .

الرتبة		عادم الغزل	الرتبة		عادم الغزل
١) اكسترا	Extra	٢ ٪	٥) فف	Fully fair	٢٠ ٪
٢) فج	Fully good	٥ ٪	٦) جف	Good fair	٣٠ ٪
٣) ج	Good	١٥ ٪	٧) ف	Fair	٤٠ ٪
٤) فجف	F.good fair	١٥ ٪			

وقد درس عبد البارى وبشر العلاقة بين الرتبة فى الاقطان المصرية ونسبة عوادم شيرلى (او زيادة المواد الغريبة والشعرات الميتة او مايعرف بالعوادم الكلية كلما انخفضت رتبة القطن) وتدل نتائج هذه الدراسة على ان الرتبة تعتبر مقياسا صحيحا لدرجة النظافة القطن مقدرة بجهاز شيرلى ـ كما اكد نفس الباحثان العلاقة بين الرتبة العالية ومتانة التيلة مقدرة بجهاز استيلوميتر والنعومة العالية مقدرة بالميكرونير ـ بينما لم تكن العلاقة واضحة بين الرتبة وطول التيلة او متانة الغزل .

ومن الواضح ان رتبة القطن تتاثر بشدة الظروف البيئية ولكنها تؤثر كثيرا على اغلب صفات تيلة القطن المميزة للصنف (الوراثية) كالمتانة والطول والنعومة .

ب ـ الطـــــول :

وهو اوضح صفات الشعرة المميزة للصنف وترجع اهمية قياسه الى انه مـــن اهم العوامل المحددة لنمرة الخيوط المغزولة ، ويدخل فى حساب الطـــول الشعرات التى يزيد طولها عن ١٢ مم ذلك لان الشعرات الاقصر من ذلـك لاتصلح للغزل ـ وهناك ارتباط طردى وثيق بين الطول ومتانة التيلـــــة او متانة الغزل من ناحية وبينه وبين نعومة التيلة من ناحية اخرى •

ويتراوح الطول من ٣٠ ـ ٤٠ مم ($\frac{1}{8}$ ١ ـ مايقرب من ٢ بوصــــــة) فى الاقطان المصرية • Gossypium barbadense

ومن ١٨ ـ ٢٢ مم ($\frac{3}{4}$ ـ ١ بوصة G. arboreum فى الاقطان الهندية •

ومن ٢١ ـ ٢٨ مم (ابوصة ـ $\frac{1}{4}$ ١ بوصة) G. hirsutum " الامريكية

وفى قطن جزيرة البحر ويتبع G. barbadense يتراوح الطول مــــن ٤٠ ـ ٥١ مم (بوصتين) •

ويقاس الطول بعدة طرق وهى اما يدويه او آلية •

١) الطريقة اليدوية :

وتستعمل فى حالة القطن الزهر او الشعر ـ وهى اكثر الطرق شيوعـــا فى التجارة او فى محطات تربية القطن للتقدير المبدئى لطول التيلة •

٢) طرق التمشـــــيط :

وتستعمل فى حالة القطن الزهر فقط حيث تمشط الشعرات الموجودة علـــى البذرة وتفرد فى صورة دائرة او هاله hallo حول البذرة ويقاس الطـــول بواسطة مسطرة شفافه على شكل منقلة• (Hallo length)

الطرق الاليـــة : حيث تستخدم اجهزة خاصة موضوعة فى معامل مكيفه بالهـــواء ومنظمة درجة الحرارة والرطوبة واهم هذه الاجهزة :

١) المجـــزأت : Cotton Sorters

وتستعمل هذه الاجهزة لفصل عينة القطن الى مجاميع من الشعرات المتساوية فى الطول ثم توزن كل مجموعة وبذلك يمكن حساب متوسط الطول للعينـــة وتوجد منها عدة انواع :

١) Ball's Sorter
٢) Bear's Sorter
٣) Suter-Webb Sorter
٤) Shirley Comb Sorter
٥) Pressley Sorter
٦) Uster Staple Apparatus
٧) Johannsen Zweigle Apparatus

وعيب هذه الاجهزة ان تحضير العينة يستغرق وقت طويل نسبيا وسنكتفى هنا بشرح فكرة مجزئ بولز وهو اقدم هذه الاجهزة ولا يزال يستعمل فى معامـــل الغزل المصرية .

مجزئ بولز : ويتكون من جزئين :

١) صندوق السحب Draw Box ويقوم بتحويل عينة القطن الشعر الـــى شريط Silver به شعرات متوازية .

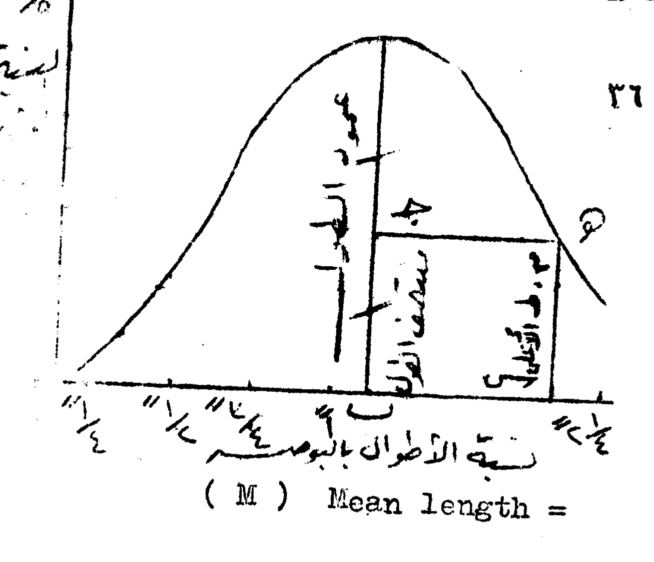
٢) الجهاز نفسه وهو عبارة عن مجموعة من الاسطوانات مثبتة على عربة — وتمـرر العربة على شريط من القطيفة مثبت على منضدة طولها حوالى مترين ويقسم الى اثمان بوصة (من صفر الى ٢ بوصة) ولتشغيل الجهاز يوضع شريـــط القطن بين الاسطوانتين العلويتين بالجهاز تسمى Delivery Rollers وتمر بين الاسطوانتين الملامستين لسطح القطيفة — ويبدأ بترسيب الشعـرات حسب اطوالها فى عكس اتجاه مر القطيفة فتسقط الشعرات القصيرة فالاطوال وهكذا حتى يتم ترسيب كل مجاميع الشعرات — والزم المناسب للعينة هـــو المأخوذ من وزن ٢ر جم ويكفى مرور العربة ٢٥ — ٥٠ مرة (مشوار) لاخذ نتائج يعتد بها — وتجمع الشعرات حسب اطوالها (تجمع فقط الاطـــوال بين $\frac{١}{٤}$ ، ٢ بوصه ويشمل باقى الاجزاء) ويوزن كل جزء على حدة وتحســب النسبة المئوية للاوزان لكل طول ومن الحساب يمكن رسم توزيع تكرارى نسبى لهذه الاوزان .

تقدير الطـــول :

يرسم منحنى التوزيع التكرارى ومن اعلى نقطة (م) تسقط عمود الى القاعدة (ب) ، وينصف هذا العمود فى (جـ) ويرسم منه موازى للقاعدة يقابل الجـزء الايمن من المنحنى (اطول الشعرات) فى نقطة (هـ) ثم يسقط عمود مـن (هـ) قابل القاعدة فى نقطة (س) — فيكون الطول الفعال هو (ا ب ،) ويعرف ايضا بمنتصف السقوط او (ب جـ) يساوى منتصف الطول .

طريقة حساب متوسط طول التيلة :

تضرب نسبة الاوزان لكل طول بالمليجرام (م) x الطول المناظر بالبوصة ط ويجمع الناتج الكلـــى ويقسم حاصل الجمع على ١٠٠



متوسط طول التيلة : $\frac{\text{مجموع (م x ط)}}{١٠٠}$ = (M) Mean length

ويستفاد من قياس الطول التجارى ، متوسط طول التيلة فى حساب درجـــة الانتظام فى الطول طبقا للمعادلة الاتية :

درجة الانتظام = $\frac{\text{متوسط طول التيلة}}{\text{الطول الفعال}}$ وكلما كان الناتج اقرب للواحد الصحيح كلما دل ذلك على ان عينة القطن اكثر انتظاما فى طول الشعرات •

٢) قياس الطول بالاجهزة الالكترونية : Photoelectric apparatus

وتعتمد الفكرة الاساسية لهذه الاجهزة على ان الشعر الممشط يعرض للضوء الذى يختلف تركيزه بعد مروره حسب طبقات الشعر نتيجة اطوالها ويستقبـــل الضوء بعد مروره خلال شعرات القطن المختلفة الطول فى خلية ضوئية كهربية وهذه تقوم بتحويله الى حركة كهربائية تترجم كميات الشعر عند كل مجموعـــة من مجاميع الاطوال فى صورة منحنى يمكن منه عمل حساب الاطوال المختلفة والطول الفعال ، ومنتصف الطول ، ونسبة الانتظام بنفس الطريقة السابـــق ذكرها فى جهاز بولز — ويوجد ٣ انواع من هذه الاجهزة :

١) الفيبروجـــراف • Fibrograph

٢) جهاز بولز الالكترونى • Automatic fiber length tester

٣) جهاز شيرلى الالكترونى •Shirley photoelectric stapler

ونكتفى هنا بشرح طريقة القياس بالفيبروجراف الذى يعتبر اكثر هذه الاجهزة انتشارا •

تؤخذ عينة القطن الشعر وتقسم بواسطة اليدين ثم يطبق النصفين على بعض فى اليد اليسرى وبحيث تكون اطراف الشعرات للخارج وبواسطة الامشاط الخاصة بالجهاز — تمشط العينة (يراعى توزيع الشعرات وتوازيها بكل مشط) — تثبت الامشاط فى مكانها بالجهاز — وعند انزال حامل اللمبات على الامشاط يخترق الضوء اولا الطبقة القاعدية للشعرات (وهى اكثف طبقات الشعر) ولذلك يكون الضوء الذى ينفذ خلالها قليل ويتجه الضوء النافذ الى الخلايا الضوئية الكهربية

التى تحوله الى حركة يسجلها القلم على الورقة الخاصة بالعينة Card — وتتحرك الامشاط الى اعلى وتنتهى اطوال الشعرات القصيرة وتخف كثافة الشعرات تدريجيا وبالتالى تزداد كمية الضوء النافذ الذى يصل للخلايا الضوئية ويرسم القلم المنحنى المبين فيما بعد والذى يستعمل فى قياس الطول بالطريقة الاتية :

تعيين النقطة (أ) على المنحنى والتى تبعد عن خط القاعدة (هـ و) بمسافة ربع بوصه — ثم ترسم المماس (جـ و) الذى يمس المنحنى عند (ا) ويقطع الاحداثى الراسى عند (جـ) فيكون (جـ هـ) هو الطول المتوسط (M) Mean length

ثم ينصف خط القاعدة (هـ و) عند (ب) ويرسم المماس (ب د) ليقطع الاحداثى الراسى عند (د) فيكون (د هـ) عبارة عن متوسط طول الشعرات التى يزيد طولها على المتوسط (جـ هـ) ويسمى متوسط النصف العلوى للشعرات — وكلما قرب المتوسطين السابقين من بعض كلما كانت شعرات العينة اكثر انتظاما وتقدر نسبة الانتظام فى الطول كالاتى :

$$\text{نسبة الانتظام Uniformity ratio} = \frac{\text{متوسط الطول M}}{\text{متوسط النصف العلوى (U. H. M.) Upper half mean}} \times 100$$

ولنسبة الانتظام اهمية خاصة فى صناعة الغزل الممشط Combed Yarn . حيث ان عدم الانتظام فى الطول يؤدى الى زيادة الفقد عند التمشيط .

جـ — المتانة : Strength

من الصفات الهامة فى برامج تربية القطن وهى صفة وراثية مركبة تتأثر كذلك بالظروف البيئية — وتتاثر المتانة بقطر الشعرة . وسمك كل من الجدار الاولى والجدار الثانوى — ولما كان قطر الشعرة يتحدد فى الايام الاولى من عمر الشعرة لذلك لايتاثر الجدار الاولى كثيرا بالظروف البيئية — اما الجدار الثانوى والذى يستغرق ترسيب السليلوز فى طبقاته وقتا طويلا فانه يتاثر بشدة الظروف البيئية . فاذا صادف تكوين طبقات الجدار الثانوى ظروف غير ملائمة (نقص الرطوبة او المواد الغذائية) فان بعض الشعرات قد تموت قبل تكوين الجدار الثانوى Immature fibers — او تترسب طبقات غير متكاملة فتكون الشعرة غير كاملة الجدار الثانوى Medium or semi-mature fibers

واذا كانت الظروف مناسبة فان نسبة الشعرات الناضجة او السميكة الجدار الثانوى تزداد . (Mature or tick-walled fibers) وتقاس بعدة طرق :

١) متانة الشعرة Single fiber strength
٢) متانة خصلة من الشعر Bundle strength
٣) متانة الغزل Hank or yarn strength

ويستعمل لقياس متانة التيلة جهاز برسلى ، جهاز الاستيلوميتر — وتقيس هذه الاجهزة الثقل القاطع لمجموعة من الشعرات ويوءخذ فى النهاية متانة وزن ثابت هو المليجرام كمقياس للمتانة — ويعرف معامل برسلى (للمتانة) بانه عدد الارطال اللازمة لقطع وزن ١٠ مجم من الشعر •

متانة الغزل : Yarn or Hank Strength

وتقاس عادة متانة الشلة ، وهى عبارة عن خيط غزل طوله ١٢٠ يـــاردة ونمرة خيط الغزل تدل على سمك الخيوط •

وتعرف نمرة الخيط بانها عدد الشلات الممكن غزلها من رطل واحد من القطن الشعر •

ولاختبار متانة الشلة توضع الشلة فى جهاز الاختبار حيث تحمل بين خطافين الاسفل يتحرك اوتوماتيكيا فيتحرك معه موءشر يدل على الثقل القاطع بالرطـــل — وعندما تتقطع جميع المفاصل الضعيفة يقف الجهاز تلقائيا ونقرا مباشرة الثقل القاطع بالرطل وتكون :

متانة الغزل = الثقل القاطع (متانة الشلة) × النمرة (عدد الشـــلات)

وتتراوح متانة الغزل للاقطان المصرية بين ١٤٠٠ الى ٣٠٠٠ وكلما زاد الرقـــم كلما دل ذلك على متانة اعلى •

العلاقة بين متانة الشعر والصفات الغزلية :

تناولت معظم دراسات كثير من الباحثين تحديد العلاقة بين متانة الشعـــر ومتانة الغزل باعتبار ان هذه الاخيرة يتوقف عليها كثير من صفات الغزل والنسيج وقد اجمع الباحثين ان متانة الشعر عامل اساسى فى متانة الخيط وان الاقطان المتينة تنتج غزلا امتن من الاقطان الضعيفة — وقد اكد رولين ١٩٥٢ — ان الشعرات الرقيقة الجدار (الضعيفة) توءدى الى تكوين العقد بخيوط الغزل — ولا تمتص الصبغات بانتظام وتوءدى الى تقطع الخيوط اثناء عملية الغزل ممـــا يسبب رفع تكاليف الانتاج علاوة على ضعف ورداءة نوع النسيج الناتج مـــن هذه الخيوط •

ويرى بعض الباحثين الى ان وجود الشعيرات الرقيقة الجدار (الضعيفة) بنسبة تصل الى ٥٠ ٪ لايؤثر كثيرا على متانة الخصلة او متانة الخيط وذلك بالرغم من ضعف الشعيرات المفردة فانه نظرا لقلة سمك الجدار يزداد عدد الشعرات فى وحدة المساحة من قطاع الخيط بدرجة تجعل الخيط ذو متانة مرتفعة •

د ــ النعومة : Fineness

يقصد بالنعومة رفع او دقة الشعرة الى جانب نعومة ملمسها وهى تتوقف على محيط الشعرة وسمك الجدار وهى من الصفات الكمية الثابتة فى الصنف ــ والنعومة من اهم العوامل المحددة لنمرة الخيط وبالتالى لمتانة الغزل كذلك يتوقف عليها الى حد كبير انتظام مظهر الخيط وعدد العقد به ــ وتقدر النعومة اما :

١) بالوزن : بتقدير وزن السنتيمتر الطولى من الشعرة
عدد الشعرات × طول المقطع = الطول الكلى للشعرات •
ثم توزن الشعرات على ميزان حساس الى اقرب ٠٠٠١ر٠ جم

$$\text{فيكون وزن السنتيمتر من الشعر} = \frac{\text{وزن الخصلة بعد قطعها}}{\text{الطول الكلى للشعرات}}$$

٢) او تقاس باجهزة خاصة : Micronaire or Aerolometer
مثل الميكرونير او الايرولوميتر وتبنى فكرة القياس بهذه الاجهزة على قياس كمية الهواء التى تمر خلال وزنه ثابتة من الشعر فتكون كمية الهواء المارة بين شعرات خشنة اكبرمن الكمية المارة خلال شعرات ناعمة وهناك علاقة بين النعومة والطول ــ فالاقطان طويلة التيلة اكثر نعومة من القصيرة الطول •

هـ ــ اختبار نضج الشعرات : Fiber Maturity

يستدل على نضج الشعرات بمقدار السليلوز او سمك طبقة الجدار الثانوى للشعرة ويتميز السليلوز بخاصية الانتفاخ Swelling فالشعر الناضج يكون اكثر انتفاخا من الشعر الغير ناضج او المتوسط النضج ــ وعند معاملة عدد من الشعيرات موضوعة على شريحة زجاجية بمحلول ص ايد ١٨ ٪ وفحص هذه الشعرات تحت الميكروسكوب فان الشعرات المنتفخة هى الشعرات الناضجة ولما كان ترسيب السليلوز يقل او ينعدم كلية فى مواضع التواءات الشعرة فانه كلما كثرت عدد الالتواءات فى الشعرة كلما دل ذلك على عدم نضج الشعرة •

كذلك يمكن قياس النضج بقياس سمك الجدار : التجويف الداخلى (...

فاذا كانت هذه النسبة ١ : ١ او اكثر قليلا اى ان سمك الجدار اكثر من سمك القناة • تعتبر الشعرة ناضجة — ويجدر بنا ان نشير لاهمية وجود القناة اذ انها مسئولة عن مرونة الشعرة فاذا تلاشت القناة كلية فان الشعرة تصبح صلبة ويسهل قطفها — كذلك فان زيادة حجم القناة بالنسبة لسمك الجدار بحيث يصبح تركيب الشعرة عبارة عن قناة فقط يتبعه نقص متانة الشعرة وعلى ذلك فان الشعرة الناضجة النموذجية تجاريا هى ماكانت نسبة الجدار / القناة = ١:١ ولا يوجد تفاوت كبير بين الاصناف المصرية فى هذه الناحية بعكس اقطان الايلند الامريكية التى وجد ان نسبة الجدار تتراوح بين ٠,٨ — ٠,٩ : ١ تجويف •

ثانيا — اغراض التربية فى محاصيل الحقل الهامة

يقوم المربى قبل البدء فى تنفيذ برنامج تربية صنف جديد من محصول معين بتحديد الاغراض او الصفات التى يهدف الى ان يحتويها الصنف الجديد من هذا المحصول وعموما يمكن تقسيم اغراض التربية بصفة عامة الى :

١) اغراض اساسية يتاثر بها المحصول بطريقة غير مباشرة : وهى عبارة عن مجموعة للصفات التى تؤكد المحصول مثل صفات المقاومة للرقاد — التساقط — الامراض — البرودة — الجفاف — الحرارة — الملوحة — القلوية ٠٠٠٠ الخ •

٢) اغراض اساسية تؤثر على المحصول بطريقة مباشرة : وهى عبارة عن مكونات صفة المحصول والتى تساهم كل منها مساهمة مباشرة فى المحصول •

٣) اغراض لنوعية المحصول : وهى الصفات التى تتعلق غالبا بالتحليل الكيماوى للمحصول (صفات الجودة) •

٤) اغراض ذات اهمية خاصة تختلف من محصول لاخر •

١) اغراض التربية فى القمح :

المحصول — التبكير فى النضج — المقاومة للرقاد — المقاومة للانفراط المقاومة للامراض (واهمها امراض اصداء الساق ، الاوراق ، التفحم) — صفات الجودة للدقيق والخبز •

٢) اغراض التربية فى الشعير :

المحصول — التبكير فى النضج — المقاومة للرقاد — المقاومة للانفراط — المقاومة للعطش (الجفاف) — المقاومة للامراض (واهمها اصداء الاوراق) التبقع الشبكى ، البياض الدقيقى ، التفحم النتن والمغطى) — صفات جودة البيرة (المولت) وصفات جودة شعير العلف •

٣) اغراض التربية فى الارز :

المحصول — التبكير فى النضج — سرعة جفاف الحبوب عند النضج — المقاومة للرقاد — المقاومة للانفراط — المقاومة للامراض (واهمها اصداء الاوراق) — واللفحة وعفن الساق — (والقمة البيضاء — وتفحم الحبوب) —صفات جودة الحبوب عند الطهى •

٤) اغراض التربية فى الذرة :

المحصول — التبكير فى النضج (الملاءمة لموسم النمو) — المقاومة للعطش والجفاف — المقاومة للرقاد — المقاومة لتساقط الكيزان — سمك اغلفة الكيزان الخارجية — الملاءمة للحصاد الميكانيكى — المقاومة للامراض (امراض البادرة — تعفن الجذور ، السيقان ، الكيزان — تفحم الحبوب) مناعة جودة الحبوب — والدقيق •

٥) اغراض التربية فى القطن :

المحصول — الملاءمة لطول موسم النمو — مقاومة الامراض مثل الذبول والخناق والنيماتودا — التبقع البكتيرى والحشرات مثل الدودة القارضة والحفار ودودة الورق وديدان اللوز) • والتربية لصفات التيلة الممتازة — وخلو البذور من مادة الجوسيبول السامة •• وارتفاع نسبة الزيت فى البذور) •

٦) اغراض التربية فى الكتان :

المحصول — (الياف او بذور) — المقاومة للرقاد — المقاومة للامراض — (الذبول — صدأ الكتان — صفات جودة الالياف والزيت •

٧) اغراض التربية فى محاصيل العلف :

المحصول — (علف اخضر — دريس — سيلاج) — القابلية للحش — المقاومة للبرودة والحرارة والجفاف — التربية للمقاومة للامراض والحشرات — صفات الجودة الممتازة للعلف الاخضر او الدريس (او السيلاج (ارتفاع نسبة الاوراق — ارتفاع محتوى البروتين — انخفاض الرطوبة والالياف)

٨) اغراض التربية فى قصب السكر :

المحصول — الملاءمة لطول موسم النمو — المقاومة للرقاد — المقاومة للامراض — (الفيرس — الموزايك — المقاومة للثاقبات) — صفات الجودة الممتازة (ارتفاع نسبة السكروز — نقص نسبة الالياف — والسكريات الاحادية) •

التحكم فى تلقيح نباتات المحاصيل

يعتبر اجراء التلقيح الذاتى الصناعى والتلقيح الخلطى الصناعى من اهم العمليات التى يجب ان يلم بها مربى المحاصيل • والغرض من اجراء العمليتين هو ضمان ان حبوب لقاح من نباتات معينة تقوم باخصاب بويضات نباتات محددة دون ان يحدث اى تلوث باشتراك حبوب لقاح غير مرغوب فى استعمالها •

وعادة ما يكون هناك حقل خاص لاجراء عمليات التلقيح الذاتى والتلقيح الخلطى الصناعيين • ويختار هذا الحقل والذى قد يطلق عليه حقل التربية Breeding nursery او حقل التهجينات Crossing nursery فى مكان قريب يسهل زيارته فى اى وقت لان اجراء التلقيحات قد يستدعى زيارة هذا الحقل يوميا وفى اوقات مختلفة (صباحا ـ مساء ـ فجرا) ولذا فلابد ان يكون موقع الحقل مناسبا لجميع العاملين فى التلقيحات • كما ويجب ان يكون الحقل مناسبا لنمو النباتات بحالة طبيعية ومزودا بامكانيات المحافظة على هذه النباتات من الاصابات المرضية والحشرية •• الخ كما ويمكن ريه فى اى وقت • ايضا تكون به امكانيات اظلال او اطالة اضاءة بعض اماكنه وما قد يكون مرغوبا فى اجراءه من عمليات تؤثر فى تزهير النباتات فى الفترة المرغوبة •

ويتوقف مساحة حقل التهجين على عوامل متعددة منها :

١) عدد الاصول الوراثية المطلوب استخدامها فى التلقيح •

٢) كيفية زراعة هذه الاصول الوراثية.. مع الاخذ فى الاعتبار بانه لابد وان تترك مسافات بين النباتات تسمح بحركة الباحثين لاجراء التلقيحات •• ايضا لتسهيل استخدام اجهزة معينة كالاجهزة المستعملة فى اجراء الخصى الجماعى • ويمكن ان تترك مسافات حوالى ٤٠ سم بين السطور فى حالة زراعة الحبوب الرفيعة كالقمح والشعير ••• الخ كما وان محاصيل مثل الذرة الشامية يمكن اجراء التلقيحات فيها اذا مازرعت بنفس طرق الزراعة العادية مع ترك مسافات اوسع بين النباتات فى نفس الخط وفى الفسون تزرع البذور على خط واحد فقط •

٣) عدد العروات المطلوب زراعتها من كل اصل وراثى • ففى الحالات التى يختلف فيها موعد التزهير بين الاباء فلابد من زراعة عروات مختلفة من اى من الاباء او

من كليهما • وذلك للتاكد من ان كلا الابوين سوف يزهر فى نفس الوقت •

ويراعى عند زراعة حقل التهجينات ان تخف البادرات فى الجورة بحيث يبقى نبات واحد فقط فى كل جورة • ويلاحظ ذلك ايضا فى المحاصيل التى تـــزرع بذورها الرهيفة فى الصوب ثم تنقل البادرات بعد ذلك الى الحقل (كما يحدث فى بذور القصب والبطاطس •• وبعض المحاصيل الاخرى) • وقد يجرى الانبات اولا فى الصوبات ثم يتم نقل النباتات بعد ذلك للحقل فى حالة اذا ماكانت الظروف غير مواتية فى الحقل للزراعة مباشرة خاصة اذا ماتطلب انبات البذور توفير ظروف بيئية معينة (مثلا تدفأ الصوبات عند اجراء انبات بذور يتطلب انباتها درجات حرارة مرتفعة) حيث يتم انبات بذور هذه المحاصيل فى صوانى خشبية او فخارية او فى اكواب ورقية •• وبعد انقضاء فترة معينة بعد الانبات يتم نقل البادرات الى المكان المستديم فى حقل التهجينات

وعند اجراء الزراعة عادة ما يقسم حقل التهجينات الى قطع بكل منها عدة خطـــوط او سطور ثم ترقم الخطوط او السطور بارقام خاصة بالاصول الوراثية التى ستزرع بها وحينئذ يكون المربى قد اعد اصوله الوراثية للزراعة بوضعها فى اكياس معينه يدون عليها نفس الارقام المدونة على علامات الخطوط او السطور فى حقل التهجينات • ويجب ان يزرع حقل التهجينات فى انسب موعد للزراعة مبكرا بقدر الامكان •• وكلما كانت النباتات مبكرة فى زراعتها كلما كان ازهارها طبيعى وكلما امكن اجراء التلقيحات فى موعد مبكر •• وبناء على ذلك يمكن الاستمرار فى اجراء التلقيحات لفترات طويلة • كما وان الزراعة المبكرة تسمح باجراء التلقيحات فى موعد مبكر وكلما ابكر فى اجـــراء التلقيح كلما كانت فرصة النجاح اكثر (فى الظروف العادية) وزاد العقد فـــى الازهار الملقحة وبالتالى يزداد عدد البذور المتحصل عليها •

وقبل ان يقوم المربى بتنفيذ عمليات التحكم فى تلقيح محصوله فيجب عليه ان يكـــون ملما الماما كاملا بطبيعة المحصول والاصول الوراثية التى يعمل عليها من عدة نواحـــى ، خاصة تركيب النورات والازهار التى تحملها النباتات ، ونظام تعاقب تفتح الازهار ومواعيـد هذا التفتح والعوامل المؤثرة على تزهير المحصول • ايضا تركيب الازهار من حيث عـدد وتركيب المحيطات الزهرية المختلفة وعدد المتوك والمياسم ووضعها بالنسبة لبعضهـــا كذلك مدى حيوية الاعضاء الجنسية بنوعيها المذكرة والمؤنثة والعوامل المتباينـة التى تؤثر على هذه الحيوية • ايضا الوقت التى تنتثر فيه حبوب اللقاح والوقت الذى تكون فيه المياسم قابلة لتلقى هذه الحبوب لاحداث الاخصاب•

كذلك نوع التلقيح سواء كان ذاتيا او خلطيا او مشتركا وطريقة انتقال حبوب اللقاح

من الاعضاء المذكرة الى الاعضاء المؤنثة ومدى حدوث الاخصاب والعوامل المؤثرة فى كل من التلقيح والاخصاب . كذلك يدرس تكوين الثمار وعدد وحجم بذورها والفترة الصالحة فيها للانبات وتوقع وجود حالات من السكون او لا . وفيما يلى فكرة من التلقيح والاخصاب والتركيبات الزهرية المختلفة التى تؤثر على انتشار نوع او اخر من انواع الاخصاب .

التلقيح : Pollination

عملية التلقيح هى انتقال حبوب اللقاح من المتوك الى المياسم . ويختلف طرق هذا الانتقال باختلاف النباتات . فحبوب لقاح الذرة والاعلاف النجيلية وقصب السكر تنتقل بواسطة الهواء بينما يكون الانتقال بواسطة الحشرات الملقحة فى المحاصيل والاعلاف البقولية . ويهم مربى المحاصيل ان يتعرف على طريقة التلقيح فى المحصول الذى يدرسه وعادة ما تقسم النباتات من ناحية التلقيح الى ٣ اقسام ذاتية التلقيح Self pllinated وخلطية التلقيح Cross pollinated ومشتركة التلقيح Self- and cross-pollinated

ويعرف التلقيح الذاتى بانه انتقال حبوب اللقاح من احدى الزهرات الى مياسم نفس الزهرة او الى زهرة اخرى على نفس النبات . بينما التلقيح الخلطى يتسبب عن انتقال حبوب اللقاح من احدى الزهرات الى مياسم زهرة على نبات اخر .

محاصيل ذاتية التلقيح :

الارز ـ القمح ـ الشعير ـ الشوفان ـ الفول السودانى ـ فول الصويا ـ الكتان ـ الدخان . وغالبا ماتزيد نسبة التلقيح الذاتى فى كثير من هذه النباتات عن ٩٥ ٪ .

محاصيل خلطية التلقيح :

الذرة ـ قصب السكر ـ عباد الشمس ـ الراى ـ بنجر السكر ـ البرسيم الحجازى ـ معظم انواع البرسيم والحشائش النجيلية .

محاصيل مشتركة التلقيح :

القطن ـ الذرة الرفيعة ـ الفول البلدى وقد تصل نسبة التلقيح الخلطى فى هذه النباتات بين ٢٥ ـ ٥٠ ٪ .

تكوين حبوب اللقاح :

تبدا الخلايا الامية المذكرة Pollen mother cells المتواجدة داخل المئوث فى التزايد فى الحجم ويحدث بها انقسامين احدهما اختزالى ويتكون نتيجة ذلك تكوين ٤ جاميطات من كل خلية • وتبدأ كل جاميطة مذكرة فى تكوين جدار سميك حولها وتتحول الى حبة لقاح • وتمر عادة فترة راحة تتراوح بين عدة ساعات الى عدة شهور بين تكوين الجاميطة المذكرة واول انقسام لنواتها — وعادة ما تتزايد حبة اللقاح فى الحجم اما بزيادة كمية السيتوبلازم او بحدوث فجوات فيه • ويحدث ازدياد فى محتويات النواة من D N A .

وبانقسام نواة حبة اللقاح تتكون نواتان احدهما تسمى الخضرية Vegetative والاخرى تناسلية Generative وعادة ما تتلون الاخيرة اكثر بالصبغات ويمكن رؤيتها بسهولة لزيادة كمية الـ DNA فيها عنه فى النواة الخضرية • وتنقسم النواة التناسلية بعد ذلك الى نواتين ويحدث ذلك اما داخل حبوب اللقاح او عند انباتها لتكوين انابيب اللقاح • وغالبا مايحدث الانقسام فى انابيب اللقاح لذلك فانه اثناء انتشار حبوب اللقاح فان الحبوب اما ان تكون محتوية على نواة او على ثلاثة نويات •

العوامل المؤثرة على تكوين حبوب اللقاح :

تتكون حبوب اللقاح داخل المتوك • وتعتبر خلايا Tapetum ذو أهمية كبيرة فى تكوين هذه الحبوب حيث يمر خلالها جميع المواد الغذائية المستخدمة فى تكوين الحبوب • وتحتوى اكياس اللقاح على كل المواد اللازمة لبناء الحبوب وتخزين المواد التى تلزم ذلك • ولابد وان يكون هناك اتصال بين حبوب اللقاح الاخذة فى النمو وبين خلايا الـ Tapetum • لذلك فان عملية تكوين حبوب اللقاح تتأثر كثيرا بمكونات هذه الخلايا ونشاطها والظروف التى يحدث معها تكوين حبوب اللقاح • وهناك كثير من العوامل الداخلية والخارجية التى تؤثر على تكوين حبوب اللقاح • فمثلا هناك عديد من العوامل الوراثية التى تؤثر فى تكوين الحبوب سواء كان ذلك بايقاف عملية التكوين او بانتاج حبوب عقيمة • كذلك الظروف البيئية مثل قلة المكونات المائية ودرجات الحرارة المرتفعة خلال الليل • يؤديان الى حجم اصغر لحبوب اللقاح • والاظلام خلال تكون حبوب اللقاح يؤدى الى العقم •

انبات حبوب اللقاح :

يرتفع الضغط الاسموزى لحبوب اللقاح الناضجة لقلة المكونات المائية خلال نضج حبوب اللقاح • ويبدا الانبات بانتفاخ حبة اللقاح ويبدا خروج الانبوبة اللقاحية من خلال ثقوب الانبات Germ pores • وعادة ما تنبت انبوبة واحدة لكل حبة لقاح • وليس هناك اى ارتباط بين حجم حبة اللقاح وسمك انبوبة الانبات • ويعتمد معدل نمو انابيب اللقاح على سمك انابيب اللقاح ، درجة الحرارة ، عمر الانبوبة ، البيئة ، وافادت الدراسات على البيئات الصناعية بان معدل النمو يكون اقل اذا كانت الانبوبة سميكة • ويعتبر عنصر البورون من العوامل المنشطة للنمو فهو يقلل انفجار الحبوب فى البيئة الصناعية ويزيد نسبة الانبات وكذلك طول انابيب الانبات • كذلك يمكن تنشيط النمو عن طريق اضافة مستخلصات المياسم • ويسبب حامض الجبريليك Gibberellic acid زيادة نشاط الانبات الا انه يزيد من قابلية الحبوب للانفجار • وقد وجد ان الطول النهائى لانابيب الانبات يتوقف على كمية الغذاء المخزن • وبتحليل انابيب الانبات وجد بها الانزيمات التالية : Phosphatase, Lipase, Pectinase, Invertase, Amylase

تخزين حبوب اللقاح :

احيانا يحتاج مربى النباتات الى تخزين حبوب اللقاح لاستعمالها بعد فترة من الوقت حينما تكون الامهات فى حالة مهيأة لعملية التلقيح • ويحدث ذلك اذا كان هناك فترة طويلة بين موعد تزهير الابوين او عند الرغبة فى اجراء عمليات تلقيح جماعى بواسطة اعداد كبيرة من حبوب اللقاح لايمكن الحصول عليها فى وقت قصير • كذلك يستدعى التعاون بين مربى النباتات ارسال حبوب لقاح من منطقة الازهار الخصب الى مكان اخر لاينجح فيه تكوين حبوب اللقاح (مثل ارسال حبوب لقاح نباتات القصب مثلا من اماكن تزهيرها تحت الظروف الاستوائية وشبه الاستوائية الى البلاد التى تكون فيها الازهار عقيمة الذكر) • وتختلف طرق تخزين حبوب لقاح الانواع المختلفة من المحاصيل • الا انه وجد ان درجة رطوبة الهواء اثناء التخزين تلعب دورا هاما فى المحافظة على حيوية حبوب اللقاح • ويمكن القول بان الحالة الامثل لتخزين حبوب اللقاح هى درجة رطوبة نسبية حوالى ١٠ ٪ على الاقل لمدة تتباين من ٧ ـ ٩ اسابيع •

وتتوقف حيوية حبوب اللقاح على الدرجة التى يمكن فيها تقليل النشاط الحيوى فى الحبة الى اقل مايمكن دون ان يوثر ذلك فى قدرتها على الانبات • واذا قلت الرطوبة عن حد معين يحدث فقد للماء من الحبوب وبالتالى تقل

الحيوية • وعلى العكس اذا زادت درجة الرطوبة عما يجب يزيد النشاط الفسيولوجي وبذلك يقل عمر حبة اللقاح • وعامة يمكن تخزين كثير من حبوب اللقاح على درجة رطوبة من ١٠ ــ ٥٠ ٪ عدا حبوب لقاح العائلة النجيلية (القمح ــ الذرة ــ القصب) حيث تموت بسرعة تحت الظروف الجافة •

والحرارة لها تاثير على حيوية حبوب اللقاح المخزنة ويمكن القول بان درجات الحرارة المنخفضة ١٠ ــ ٣٥°م لاتضر حبوب اللقاح • ومن الناحية النظرية لايحدث اى نشاط فسيولوجي فى حبوب اللقاح على درجة ١٩٠م وعليه يمكن الحفظ على هذه الدرجة الى اى فترة من الزمن دون ان يوثر ذلك على انبات حبوب اللقاح •

ويوثر الضغط على حيوية الحبوب • فتحت ضغط منخفض تتاثر الحبوب لدرجة سيئة فى نباتات الشعير والقصب • كذلك وجد ان زيادة نسبة ثانى اكسيد الكربون فى الجو يزيد من حيوية الحبوب بينما التخزين فى اكسجين نقى يقلل من الحيوية •

وقد وجد ان العوامل الموثرة على حيوية حبوب اللقاح اثناء التخزين تكمن فى :

١) استهلاك المواد الغذائية اثناء التخزين •
٢) استهلاك الانزيمات وهرمونات النمو •
٣) تجمع النواتج الثانوية
٤) تغيرات فى المركبات الزيتية فى الغشاء الخارجي Exine
٥) حالة نباتات الام الغذائية اثناء تكوين حبوب اللقاح •
٦) الاصابة بالبكتيريا اثناء التخزين •

تقدير حيوية حبوب اللقاح :

لكى يمكن استعمال نبات ما كأب مذكر فلابد وان تكون نسبة معقولة من حبوب لقاحه خصبة وقادرة على احداث الاخصاب • ولذلك يستدعى الامر دراسة حيوية الاعضاء المذكرة وحبوب اللقاح للانباء الداخلة فى اى تهجين كذكور حتى يمكن التنبوء بقيمتها العملية او امكان استخدامها فى التلقيح • وتقدر حيوية حبوب اللقاح بطرق مختلفة بعضها سريع والاخر يستدعى بعض الوقت • وعلى العموم فان اهم الطرق هى :

١) صبغ حبوب اللقاح (٢) انبات حبوب اللقاح (٣) اجراء التلقيح ودراسة عقد الحبوب •

(١) صبغ حبوب اللقاح Pollen stainability

تعتبر هذه الطريقة من اسهل واسرع الطرق فى تقدير حيوية حبوب اللقـــاح اذ يمكن اجراؤها فى دقائق قليلة ولو انها غير كافية للاستدلال على تمام حيوية الحبوب • وتستخدم لذلك صبغات مختلفة تتوقف على نوع النبات المدروس • ومن اكثر الصبغات استعمالا الاسيتوكارمين Acetocarmine ولاكتوفينول الفوكســين Lactophenol acid fuchsine •

وعادة ما تاخذ الحبوب الحية لون الصبغة المعامل بها بينما لاتتقبـــل الحبوب الغير حية لمادة التلوين أو يكون اللون غير جيد • وفى دراسة صبـــغ حبوب اللقاح فانه يجب التاكد من مطابقة الحبوب المعتبرة ذات حيوية عاليـــة على الصفات المميزة للحبوب الجيدة والتى سبق التاكد من خصوبتها باكثر من طريقة•

(٢) انبات حبوب اللقاح Pollen Germination

يمكن التاكد من حيوية حبوب اللقاح بطريقة الانبات وذلك اما على بيئـــة صناعية in vitro أو انبات طبيعى على الاعضاء المؤنثة للازهار in vivo ويستدعى الانبات الصناعى وقت قصير نسبيا حوالى الساعة او اكثر بينما قد يستدعى الانبات الطبيعى اكثر من يوم لدراسة نمو انابيب اللقاح •

ــ الانبات على بيئة صناعية Germination in vitro

تتباين النباتات المختلفة فى قدرة حبوب لقاحها على الانبات فى البيئـــات الصناعية المتعددة • وبعض حبوب اللقاح يمكن الحكم على حيويتها بواسطة وضعها فى محلول مائى عادى الا انه فى بعض الاحيان يستدعى انبات حبوب اللقـــاح الى مركبات كيميائية محددة والتى عادة ما تكون ضمن السائل الميسمى Stigmatic fluid مثل السكريات وبعض الاحماض العضوية • واجمالا فان البيئـــة المستخدمة فى انبات حبوب اللقاح تكون مكونة من تركيز معين من محلول سكرى يتراوح بين ٣ ــ ٣٠ ٪ وقد يضاف او لايضاف اليه مواد مثل الاجار ٢٪ ــ والجيلاتين ٢ ٪ • ومما يساعد على الانبات وجود بعض الاملاح مثل البـــورون او مستخلصات الاقلام كما وقد تستعمل مستخلصات المياسم بذاتها فى تكوين بيئة الانبات • وبعد معاملة حبوب اللقاح تبدأ الحبوب الحية فى اخراج انابيـــب الانبات الخاصة بها بينما لايحدث ذلك فى حالة حبوب اللقاح الميته •

ــ الانبات فى بيئة طبيعية Germination in vivo:

عند الانبات تستخدم حبة اللقاح المواد اللازمة لها من المخزون داخـل

الجهة الا انه ثبت فى بعض الدراسات ان انابيب الانبات تستخدم مواد من القلم وتستعملها فى بناء جدرانها • وهذا فى حد ذاته يعنى ان النمو الطبيعى لهذه الانابيب النابتة يعتمد ايضا على المواد الموجودة بالقلم • وفى حالة الانبات داخل الاقلام فانه بعد التلقيح بعدة ساعات او ايام حسب النبات المستعمل تقطع الاقلام ومعها المبيض احيانا وتعامل بصبغات خاصة لكى يمكن رؤية انابيب اللقاح النابتة داخل الاقلام • وحبوب اللقاح غير الحية لاتنبت اى انابيب • ويستعمل فى هذا الاختبار صبغات مختلفة اهمها :

• Acid- fuchsin_Lightgreen, Cotton blue-lactophenol

كما وانه يوجد طرق يمكن بواسطتها رؤية انابيب اللقاح النابتة فى الاقلام عن طريق الضوء التى تشعه فى وجود اشعة الضوء فوق البنفسجية بعد معاملة الازهار الملقحة بصبغات معينة • ويستعمل المكرسكوب المزود بوحدة لاعطاء الاشعة فوق البنفسجية فى اختبار رؤية الانابيب النابتة • ويعتبر اختبار الانبات فى البيئة الطبيعية من أحسن اختبارات حيوية حبوب اللقاح كما وأنه يستعمل بكثرة فى حالات دراسة ظاهرة التنافر الذاتى والخلطى ويعيب هذا الاختبار انه يأخذ وقت اطول ومجهود اكبر من الاختبارات السابقة •

(٣) التلقيح الصناعى وعقد البذور Artificial pollination and seed set:

قد يستخدم اجراء التلقيح الصناعى ودراسة عقد البذور كاختبار لحيوية حبوب اللقاح • وهذا الاختبار ليس فقط اختبار لحيوية حبوب اللقاح بل ايضا يدخل فيه اختبار نجاح التهجين واختبار لحيوية الاعضاء المؤنثة للنباتات المستخدمة كامهات • ومثل هذا الاختبار يستدعى على الاقل جيل واحد من عمر النبات •

وعلى العموم فان اختبارات حيوية حبوب اللقاح السابقة توثر فيها الظروف البيئية التى يجرى تحتها الاختبار وكذلك المواد الكيميائية المستعملة فى الاختبار• وبالتالى يحسن دائما ان يكرر مثل هذه الاختبارات اكثر من مرة حتى يمكن اخذ فكرة جيدة عن مستوى حيوية حبوب اللقاح •

تكوين البويضات :

يوجد داخل كل مبيض خلية امية مؤنثة Megaspore mother cell والتى تنقسم انقسامين احدهما اختزالى وينتج عن ذلك ٤ خلايا بكل منها العدد الاحادى من الكروموسومات • وعادة يتلاشى ٣ خلايا من هؤلاء بينما تبدا الرابعة فى الانقسام ٣ مرات وينتج عن ذلك كيس جنينى Embryo sac به

٨ نويات ٠ احدهما تكون البويضة ثم خليتين مساعدتيــن Synergids بجوار النقير ثم ٣ نويات على الطرف الاخر من الكيس الجنينى تسمى Antipodals بينما النويتين والتى تسميا نواتى الاندوسبرم Polar nuclei تظل فى منتصف الكيس الجنينى ٠

نسبة حبوب اللقاح للبويضات :

بالمقارنة بين اعداد الجاميطات المؤنثة الى المذكرة نجد ان الكثير مــن حبوب اللقاح تنتج فى مقابل كل بويضة واحدة على النبات ٠ وهذا لايحدث فقط نتيجة ان كل خلية امية مذكرة تنتج ٤ حبات لقاح فى مقابل بويضة واحدة مــن الخلية الامية المؤنثة بل يرجع اساسا الى تكوين اعداد كبيرة من حبوب اللقــاح مقابل البويضات المتكونة فمثلا فى الذرة الشامية يقدر عدد حبوب اللقاح فى النورة المذكرة بحوالى ٢٥ مليون بينما عدد البذور على النورة المؤنثة من ٨٠٠ الــى ١٠٠٠ وهذا يعنى انه هناك حوالى ٢٥ الف حبة لقاح مقابل كل بذرة ذرة ٠ وهذا يعطى فكرة على المقدرة العالية للنباتات فى المحافظة على نسلها عــن طريق تاكيد ايجاد عدد كاف من حبوب اللقاح لتلقيح اكبر عدد ممكن من البويضات ٠

الاخصــــاب Fertilization :

حينما تقع حبوب اللقاح على المياسم تنبت هذه الحبوب وتنمو انابيب اللقاح داخل القلم حتى النقير وحينما تخرج النواتين المذكرة Sperm nuclei الى الكيس الجنينى فان احدهما تندمج مع البويضة لتكوين الزيجوت وتسمى هذه العملية بعملية الاخصاب ٠ وتقوم النواة الاخرى بالاتحاد مع نواتى الاندوسبرم ٠ ومن هذا الاتحاد الثلاثى تنتج نواة الاندوسبرم الاولية Primary endosperm nucleus وتعرف ظاهرة اتحاد النواتين المذكرتين احدهما مع البويضة والاخرى مع نواتــى الاندوسبرم بظاهرة الاخصاب المزدوج Double fertilization وتبدأ نواة الاندوسبرم الاولية بعد ذلك فى الانقسام لتكوين اعداد كبيرة من النويات تحاط كل منها بجدار ويتكون بذلك الاندوسبرم وهو النسيج الغذائى للجنين المتكون ٠ وعادة ما يعتمد الجنين فى مراحل تغذية على الاندوسبرم وبالتالى فان عمليــة تكوين الاندوسبرم ضرورية فى نجاح اى تهجين يترك فيه الجنين لينمو داخل البذرة

الاخصاب المختلط Heterofertilization :

فى هذه الحالة يحدث ان يكون هناك عدد من انابيب اللقاح النامية فــى القلم ويدخل اكثر من واحدة منها الى الكيس الجنينى ٠ وتقوم نواة احدهمــا بتلقيح البويضة بينما تتحد نواة من انبوبة اخرى مع نواتى الاندوسبرم وتســمى

هذه الظاهرة بالاخصاب المختلط • واذا اختلفت التراكيب الوراثية للآباء فانـه ينتج عن الاخصاب المختلط اختلاف فى التراكيب الوراثية لكل من الجنين والاندوسبرم

بعض الحالات الشاذة فى تكوين البذور :

فى حالات الاخصاب والنمو الطبيعى يتكون الجنين (٢ن) والاندوسبرم (٣ن) ويقوم الجنين بالاعتماد على الاندوسبرم فى التغذية فى مراحل انقسامه وعادة ما يمتص معظم الغذاء ويخزن فى فلقات الجنين او ينمو الاندوسبرم ويكون جزءا كبيرا من حجم البذرة • وكثيرا مايفشل تكوين البذور لأسباب متعددة منها :

١) توجد عوامل وراثية متعددة تسبب فشل التكوين الطبيعى للبذور او موتها • وقد اكتشف كثير من العوامل الوراثية المتنحية فى نباتات الذرة تودى الى تكوين بذور غير كافية النمو ومتجعدة •

٢) ظاهرة Aneuploidy وعدم توازن الكروموسومات تسبب فشل تكوين البذور • ففى النباتات الثلاثية (مثل البطيخ الثلاثى والموز الثلاثى) ينتج عن كون النبات ٣ ن ان يكون توزيع الكروموسومات خلال الانقسام الاختزالى غير متوازن فى كل من الاعضاء المذكرة والمؤنثة فيفشل تكوين البذور•وكذلك بالنسبة لـ Aneuploidy فانها تفشل فى تكوين جاميطات حية وحتى اذا تكون كيسا جنينيا وحدث اخصاب فان كل من الجنين والاندوسبرم يقف نموهما فى المراحل الاولى وتتكون بذور غير تامة النمو •

٣) احيانا تتكون ثمار لابذرية Parthenocarpic فى حالات فشل تكوين جاميطات مؤنثة وبالتالى لايحدث اخصاب كما وقد تتكون هذه الثمار نتيجة لتاثير وراثة امية معينة • والعنب اللابذرى مثال ناجح لمثل هذه الحالات •

٤) قد تنتج ثمار لابذرية نتيجة لوجود حالات التنافر الذاتى والخلطى بين النباتات ونتيجة للتنافر وعدم القدرة على احداث الاخصاب بالرغم من حدوث التلقيح فان ثمار لابذرية تتكون • وتوجد هذه الظاهرة فى الاناناس اللابذرى وبعض نباتات الاناناس ثلاثية التضاعف ايضا •

٥) تعدد الاجنة • يحدث فى بعض الاحيان ان يوجد اكثر من انبوبة لقاح داخل الكيس الجنينى وان تقوم نواتين بتلقيح البويضة لتكوين زيجوت ثلاثى كما وتندمج نواة اخرى مع احدى الخلايا المساعدة • واذا حدث اخصاب للبويضة والخلية المساعدة فان الكيس الجنينى يحتوى فى هذه الحالة على جنينين اما ثنائيين او احدهما ثنائى والاخر ثلاثى • وقد يكون هناك اسباب اخرى لوجود جنينين داخل الكيس الجنينى • فمثلا قد يكـون

هنات بويضتين داخل الكيس وتخصب الاثنان معا فينتج جنينين . كما وقد يحدث احيانا ان ينقسم الجنين فى اطواره الاولى الى اثنين . وفى بعض النباتات التى تتكاثر لاجنسيا Apomectic يحدث ان يوجد اكثر من جنين داخل البذرة الواحدة مثل ما يحدث فى الموالح . وغالبا مايكون ذلك راجعا الى تورم خلايا النيوسيلة او خلايا الاغشية Integuments وقد يوجد اكثر من جنين داخل بذور النباتات التى تتكاثر جنسيا وعادة مايكون احدهما احادى Haploid والاخر ثنائى Diploid . ويحدث ذلك نتيجة لتنشيط احدى الخلايا فى الكيس الجنينى (الخلية المساعدة او خلايا Antipodals) لتكوين جنين أحادى ينمو مع الجنين الثنائى العادى المتكون من اخصاب البويضة . ويطلق على ظاهرة وجود اكثر من جنين داخل البذرة بظاهرة وجود التوائم وقد تكون هذه التوائم ثنائية ـ ثنائية ، ثنائية ـ احادية ، ثلاثية ـ ثنائية ... الخ .

٦) تكوين اجنة بدون اخصاب . فى بعض الاحيان تقوم النواة المذكرة بعد دخولها الكيس الجنينى لاسباب غير معروفة للآن بالانقسام وتكون جنين احادى . وتسمى هذه الظاهرة Androgenesis وهى تحدث بنسبة اقل من ظاهرة Parthenogenesis حيث تنمو البويضة لتكوين جنين دون ان يحدث اخصاب . ويتميز كل من النوعين السابقين من النباتات بصفات الاب المعطى للخلية النامية . وفى حالات التكاثر اللاجنسى Apomixis يتكون كل من الجنين والاندوسبرم احيانا بدون اخصاب وفى كلا الحالتين فان الزيجوت يكون ثنائى والاندوسبرم ثلاثى .

ظاهرة الزينيا Xenia

الزينيا هى ظاهرة التاثير المباشر لحبوب اللقاح على البذور المتكونة بعد التلقيح مباشرة . ويمكن دراسة هذه الظاهرة بسهولة فى النباتات . فعند الحديث عن الاخصاب ذكرنا ان النواتين المذكرتين تقوم احداهما باخصاب البويضة لتكوين الجنين (ن + ن = ٢ ن) وتتحد الاخرى مع نواتى الاندوسبرم لتكوين نواة الاندوسبرم الاولية (ن + ن + ن = ٣ ن) وبذلك يكون الزيجوت ثنائى التضاعف والاندوسبرم ثلاثى التضاعف . فعند الرغبة فى دراسة ظاهرة الزينيا فى نبات مثل الذرة فيمكن اجراء التهجين بين الذرة الصفراء مثلا مع الذرة البيضاء . والمعروف ان لون الاندوسبرم الاصفر فى الذرة يحكمه العامل السائد Y بينما التركيب المتنحى yy يعطى اللون الابيض . وعند التهجين بين اباء بيضاء واخرى صفراء نحصل على نسب متباينه بين عدد العوامل السائدة والمتنحية فى الاندوسبرم الهجين ويتوقف ذلك على تركيب الاباء كما يلى :

العوامل الوراثية فى نواتى الاندوسبرم	العامل الوراثى فى النواة المذكرة	العوامل الوراثية فى اندوسبرم الهجين	اللون
Y Y	Y	Y Y Y	اصفر غامق
Y Y	y	Y Y y	اصفر متوسط
y y	Y	Y y y	اصفر خفيف
y y	y	y y y	ابيض

ويمكن باستخدام ظاهرة الزينيا فى دراسة تاثير عدد العوامل الوراثية على الالوان فى اندوسبرم الذرة •

ظاهرة الميتازينيا : Metaxenia

الميتازينيا هى ظاهرة تاثير حبوب اللقاح على انسجة نبات الام المغلفة للجنين والاندوسبرم • وقد درست هذه الظاهرة فى بعض النباتات مثل نباتات النخيل مثلا فعند تلقيح نبات نخيل ام بأب ما يظهر تاثير هذا التلقيح على ثمار الام • وقد يكون هذا التاثير مرتبط بزيادة فى حجم الثمرة مثلا او تغير فى لونها او تبكيرها فى النضج وهذه الصفات مرتبطة بانسجة الام وليس لها علاقة بالجنين الهجين •

تقدير نسبة الاخصاب الخلطى :

يهم مربى المحاصيل الذاتية والمشتركة الاخصاب ان يقدر نسبة حدوث الاخصاب الخلطى فى الطبيعة لان ذلك سوف يكون له تاثير على التراكيب الوراثية فى عشيرة النباتات فيما بعد • ويمكن تقدير نسبة الاخصاب الخلطى كمايلى :

يختار صنفين مختلفين اصيليين فى التركيب الوراثى بالنسبة لصفات ظاهرة معينة تختلف فى هذين الصنفين على ان يكون من السهل تميز هذه الصفات وان تكون بسيطة فى توارثها • ثم يزرع هذان الصنفان بحيث يكون الصنف المتنحى محاط من جميع الجهات بنباتات الصنف الاخر السائد • وبعد ذلك يختبر النسل الماخوذ من الصنف المتنحى ويزرع لمعرفة نسبة النباتات السائدة فيه • وبالطبع فان هذه النباتات السائدة لابد وان تكون اتية من البذور الهجينية بين الصنفين • وربما يكون من الصعب زراعة تجربة يكون فيها بذور احد الاصناف محاطة من جميع الجهات ببذور صنف اخر • ولهذا فانه لتسهيل العمل يزرع خط من الصنف السائد متجاورا مع خط من الصنف المتنحى ثم خط من الصنف السائد فالمتنحى وهكذا • ولكن فى هذه الحالة فان نسبة النباتات السائدة فى نسل الاب المتنحى تكون اقل من نسبة الاخصاب الخلطى بحوالى النصف —

وذلك لانه قد يكون هناك اخصاب خلطى من النباتات المتحية المجاورة •

ويمكن استخدام ظاهرة الزينيا والميتا زينيا بنجاح فى استخراج نسبة الاخصاب الخلطى فى المحاصيل • واستخدام الزينيا والميتازينيا يسهل العمل وذلك لانه ليس هناك داعى لزراعة النسل المتكون على النباتات المتحية • لان فحص البذور المتكونة على نبات الام المتحى يعطى فكرة عن نسبة الاخصاب الخلطى لان البذور الهجينية سيسهل تمييزها عن البذور الاخرى •

التحورات الزهرية Floral Modifications

من النادر ان يخلو برنامج تربية متقدم من اجراء تهجينات بين نباتات مختلفة سواء كان ذلك داخل النوع الواحد او بين الانواع والاجناس• ولهذا فيجب على مربى المحاصيل ان يكون ملما بالتراكيب الزهرية للمحاصيل التى يعمل عليها ومدى تاثير هذه التراكيب على امكانيات احداث التلقيحات الصناعية سواء ذاتيا او خلطيا لان ذلك يعطى المربى الفكرة عن المعاملات التى لابد من استخدامها لانجاح تلقيح معين وفى الاطوار المناسبة لاجراء مثل هذا التلقيح ••• الخ • ويختلف تركيب الازهار فى النباتات المختلفة الا انه عادة ما تكون انواع المحاصيل المتباينة تحت نوع او اخر من التركيبات الزهرية الاتية :

التحورات الزهرية فى النباتات :

١) ازهار وحيدة الجنس : Unisexual

أ – الازهار المذكرة والمؤنثة موجودة على نفس النبات Monoecious

ب – تحمل الازهار المذكرة والمؤنثة على نباتات مختلفة Dioecious

٢) ازهار كاملة (خنثى) Complete (Hermaphrodite)

أ – نضج متوك ومياسم نفس الزهرة على فترات مختلفة Dichogamous

١) نضج المتوك اولا Protoranrous

٢) نضج المياسم اولا Protogynous

ب – نضج المتوك والمياسم فى نفس الوقت Homogamous

١) عند التلقيح تكون الازهار مقفلة Cleistogamous

٢) عند التلقيح تكون الازهار مفتوحة Chasmogamous

أ – لايمكن حدوث التلقيح الذاتى بسبب اوضاع كل من الميسم والمتك Herkogamous.

ب – يمكن حدوث التلقيح الذاتى لموافقة اوضاع كل من الميسم والمتك لنفس الزهرة •

١) المتوك والاقلام لهم نفس الطول فى جميع الازهار Homomorphous

٢) المتوك والاقلام لهما اطوال مختلفة على النباتات الفردية Heteromorphous

ا ــ كل من المتوك والاقلام لهم اطوال مختلفة Heterostylous

١) يوجد نوعين من الازهار اما ذات اقلام طويلة ومتوك قصيرة او ذات اقلام قصيرة ومتوك طويلة Heterodistylous

٢) يوجد ثلاثة انواع من الازهار . مجموعة لها اقلام طويلة ومتوك متوسطة وقصيرة ، مجموعة بها اقلام متوسطة ومتوك طويلة وقصيرة ، وثالثة بها اقلام قصيرة ومتوك طويلة ومتوسطة Heterotristylous

ب ــ تختلف المتوك فقط فى اطوالها Heteroantherous

التركيبات الزهرية السهلة لحدوث التلقيح الذاتى :

١) التركيب Cleistogamous ويوجد فى الشعير والقمح حيث يحدث التلقيح قبل ان تتفتح الزهرة .

٢) التركيبة الزهرية فى العائلة الخبازية ومنها نباتات القطن . وفى مثل هذه الازهار تتصل المتوك بواسطة خيوطها فى انبوبة متكية تحيط بالمتاع والذى عادة مايشق طريقه وهو صغير فى نموه حتى يصل الى درجة النضج . ويحدث التلقيح الذاتى بوقوع حبوب اللقاح على المياسم المهيأة للتلقيح اثناء مرورها داخل الانبوبة المتكية .

التركيبات الزهرية المشجعة لحدوث الاخصاب الخلطى :

١) وجود نباتات مختلفة فى الجنس احدهما مذكر والاخر مؤنث Dioecious (النخيل ــ السبانخ ــ الاسبرجس) .

٢) وجود الازهار المذكرة والمؤنثة على اجزاء مختلفة على النبات Monoecious (الذرة)

٣) وجود ظاهرة التنافر الذاتى (البرسيم) .

٤) وجود تراكيب وراثية او سيتوبلازمية تمنع حدوث عملية التلقيح الذاتى . مثل ظواهر العقم .

٥) وجود تراكيب زهرية تمنع التلقيح الذاتى .

ا ــ نضج الاعضاء المذكرة او المؤنثة فى اوقات مختلفة (الذرة وبعض الحشائش النجيلية) .

ب ـ شكل الزهرة ونظام وجود المتاع والمتوك فهناك بعض الازهار التى يلزمها تلقيح غالبا الحشرات • كما ان الازهار Heterodistylous لايحدث فيها التلقيح الا بين كلا النوعين اما فى Heterotristylous فيحدث التلقيح فقط بين النباتات التى تكون اطوال الاسدية فيها مشابهة لاطوال اقلام النباتات الاخرى • وهذا يعنى ان حبوب لقاح النوعين من الاسدية على نبات ما يمكنها تلقيح الازهار المتكونة على النباتين الاخرين الموازيين فى اطوال اقلامهما •

جـ ـ وجود غشاء يحمى الميسم من التلقيح الذاتى (مثل نبات الملف Lotus tenuis birdsfoot trefoil) •

٦) وجود اكثر من واحدة من التراكيب السابقة •

وبعد ان يقوم المربى بالالمام بالعمليات السابقة الخاصة بتركيب الازهار وعمليات التلقيح والاخصاب وحيوية الاعضاء الجنسية ••• الخ • فانه يكون لديه فكرة جيدة عن امثل الطرق الممكن اتباعها لنجاح عمليات التلقيح والاخصاب •

التلقيح الذاتى الصناعى :

تنحصر الطرق المستعملة فى اجراء التلقيح الذاتى الصناعى فى تغطية الزهرة او النورة او النبات باكمله باكياس واقية من الورق او القماش الخاص لمنع وصول حبوب اللقاح الغريبة للازهار المغطاة • ومن الطبيعى ان التلقيح الذاتى الصناعى بهذه الكيفية يحدث فقط فى حالة احتواء النورة والزهرة على كل من الاعضاء المذكرة والمؤنثة معا •

وعادة ما تصنع اكياس الورق من الورق الكرافت او المانيلا او الجلاسين اذا كانت الظروف الجوية تسمح باستعمالها • ويستعاض عن الاكياس الورق باكياس القماش فى المناطق او الاوقات التى يتساقط فيها الامطار او ترتفع فيها نسبة الرطوبة على أن تصنع اكياس القماش من نسيج لاتمر حبوب اللقاح من خيوطه • واحيانا تغمس الاكياس فى شمع البرافين لهذا الغرض • اما الحالات التى لاتنتقل فيها حبوب اللقاح بواسطة الرياح فيمكن وقاية الازهار او النورات اوالنبات باكمله بتغطيتها باكياس من انسجة صناعية او زراعتها فى صوبة سلك او صوبة من تلك الانسجة والتى لاتسمح فتحات ثقوبها بدخول الحشرات • واذا لزم استعمال عامل ملقح مثل الحشرات فيمكن وضع بعض النحل بعد غسله بالماء داخل الاكياس الواقية او الصوب لكى يقوم بعملية التلقيح الذاتى •

وعندما تكون النباتات ثنائية المسكن او النورات احادية الجنس فان اجراء التلقيح الذاتى الصناعى يكون مماثل لعملية التهجين الصناعى على ان يكون حبوب اللقاح المستعملة فى التلقيح من نفس النبات •

وفى الحالات التى يراد فيها منع حدوث التلقيح الخلطى وضمان حدوث التلقيح الذاتى بين عدد كبير من نباتات السلالة الواحدة وذلك عند اكثار نواة اصناف المحاصيل ذاتية الاخصاب او اكثار سلالات التربية الذاتية فى المحاصيل خلطية الاخصاب ، فتحمى النباتات من وصول اى حبوب لقاح غريبة اليها بعزلها عزلا زمنيا او عزلا مسافيا • والمقصود بالعزل الزمانى هو زراعة النباتات فى موعد مبكر او متاخر عن باقى زراعات المحصول بالمنطقة بحيث لاتوجد اى حبوب لقاح غريبة من الزراعات المجاورة حول النباتات وقت ازهارها وقابلية مياسمها لتلقى حبوب اللقاح • اما العزل المسافى فهو زراعة النباتات فى مساحة لايقل البعد بينها وبين اى زراعة اخرى لنفس المحصول عن المسافة التى يمكن فيها للرياح ان تنقل حبوب لقاح المحصول الى الحقل • وقد تتراوح هذه المسافة بين عدة امتار قليلة (فى حالة النباتات الذاتية الاخصاب) الى اكثر من ١٧٠٠ متر (فى حالة النباتات الخلطية الاخصاب) •

التهجين الصناعى

تنحصر الطرق المتبعة فى اجراء التهجين فى حماية المياسم او الازهار او النورات المؤنثة من وصول حبوب لقاح نفس النبات اليها او اية حبوب لقاح اخرى غير مرغوب فيها ويحدث ذلك بخصى الازهار بازالة متكها اذا كانت خنثى او معاملة الزهرة او النورة بمعاملات تقتل حبوب اللقاح ولا تؤثر على حيوية المياسم مثل التبريد او التسخين او الغمس فى الكحول • اما اذا كانت الزهرة او النورة مؤنثة وحيدة الجنس فيكتفى لوقايتها من وصول اى حبوب لقاح غريبة اليها ان تغطى باكياس مناسبة • ثم تجمع حبوب اللقاح من نبات الاب بعد ملاحظة وقاية الازهار او النورات التى ستجمع منها هذه الحبوب لضمان عدم تلوثها باى حبوب لقاح غريبة قبل استعمالها فى التهجين • ثم توضع حبوب اللقاح المجموعة من الاب على مياسم ازهار نبات الام فى الوقت المناسب ويراعى وقاية تلك المياسم من وصول اى حبوب لقاح غريبة اليها بعد ذلك عقب التلقيح وحماية البذور الهجين المتكونة وكذلك الاعضاء المؤنثة باكياس مناسبة • ولضمان التعرف على البذور الهجينه تعلق بالزهرة بطاقة مكتوبا عليها رقم ونوع الام ونبات الاب وتاريخ الخصى والتلقيح • وعادة تدون هذه البيانات وقت اجراء كل عملية

فى سجل التهجينات للرجوع اليها عند الحاجة ، وللتأكد من نجاح التهجين يفضل ان يكون نبات الام متميزا بوجود صفة متنحية ويكون الاب حاملا للصفة السائدة • وظهور الصفة السائدة على نبات الجيل الاول الهجينى يدل على نجاح التهجين •

ويراعى عند اجراء التهجين ماياتى :

١) ان يتم التلقيح فى الطور المناسب لنضج حبوب اللقاح وعندما تكون المياسم قابلة لتلقى تلك الحبوب •

٢) يفضل عمل التهجينات فى الايام المشمسة الجافة وفى الاوقات المناسبة حتى يكون انتشار حبوب اللقاح وحيوتها احسن مايمكن •

٣) العناية الفائقة عند اجراء الخصى والتلقيح كى لايحدث اى ضرر لمياسم الامهات ولا يحدث اى تلوث من حبوب لقاح غير مرغوب فيها •

٤) عمل بعض التلقيحات العكسية لان التلقيح قد ينجح فى اتجاه واحد فقط •

٥) بعد انتهاء التلقيح تغطى الازهار الملقحة باكياس من الورق او الموسلين وذلك كى لايحدث اى تلوث • ايضا للمحافظة على البذور الهجينية • وتعلق على الزهرة التى اجريت لها عملية التهجين بطاقة يدون عليها البيانات المطلوبة ،

عقبات التهجين الصناعى :

١) اختلاف موعد واماكن تزهير النباتات المراد اجراء التهجين بينها :

فى هذه الحالة يجرى زراعة النباتات فى عروات مختلفة كما وقد يستخدم استجلاب حبوب اللقاح من مكان لاخر لاستخدامها فى التهجين فى الاماكن التى لاتنضج فيها حبوب اللقاح بحيوية كافية • كما وقد ترسل مواد التربية لزراعتها فى اماكن خاصة لاجراء التهجينات بينها وبين اصول معينة ثم ترسل البذور للاختبار • وفى بعض الحالات تزاد الفترات الاضائية لاصناف معينة باستخدام اضاءة اضافية او قد تقصر فترة الاضاءة بالاظلام الصناعى ويكون ذلك فى كلتا الحالتين بغرض ايجاد الظروف البيئية المناسبة لتزهير احد الاصناف كى يتوافق مع موعد تزهير الصنف الاخر • كما وقد يكون لدرجة الحرارة تاثير على تزهير النباتات •

٢) عدم نجاح التهجين بين الابوين :

راجع ايضا بعض الحالات الشاذة فى تكوين البذور بعد الاخصاب • ويمكن ايضا ان يكون السبب فى عدم نجاح التهجين راجعا الى عقم احد الاباء — راجع العقم الذكرى •

كما وقد يكون التنافر الخلطى سببا فى ذلك • وفى هذه الحالة فانه يفضل اجراء التهجين العكسى • لو كان احد الابوين اصيل فى عوامل التنافر S_1S_1 واريد تهجينه مع اب اخر تركيبه S_1S_2 فان التهجين ينجح فقط فى اتجاه واحد • حينما يكون الام هى النبات الاصيل • وفى هذه الحالة تنجح حبوب اللقاح S_2 فى الاخصاب ••• وفى بعض الاحيان حينما يراد التهجين بين النباتات المتوافقة ذاتيا S C والنباتات المتنافرة ذاتيا S I نجد انه فى معظم الحالات ينجح التهجين فقط حينما تكون S C هى الامهات وغالبا مايفشل التهجين العكسى •

وفى حالة استخدام اباء مختلفة فى عدد كروموسوماتها فغالبا ما ينجح التهجين عند استخدام الامهات المحتوية على العدد الاكبر من الكروموسومات ••• فمثلا فى حالات التهجين بين نباتات ثنائية ونباتات رباعية فان التهجين ينجح حينما تستخدم النباتات الرباعية كامهات • وغالبا مايفشل التهجين العكسى •• فى بعض الحالات قد يساعد تقصير مياسم احد الاباء على نجاح التهجين بينه وبين الاب الاخر ، كذلك قد يزال طرف الميسم فى بعض المحاصيل المتنافرة فينجح بعد ذلك التهجين ، وفى بعض الحالات تستخدم منظمات النمو لتشجيع انجاح تهجين معين ولو انه قد يكون السبب فى بعض الحالات الاخيرة هو ان منظمات النمو تمنع تساقط الثمار المحتوية على عدد قليل من البذور الهجينية •

فى بعض التهجينات التى يصعب اجراءها قد يمكن عملها عن طريق نوع وسيط مثلا نوع A لايمكن تهجينه مع B ولكن كلاهما ينجح تهجينه مع نوع C ففى مثل هذه الحالة يهجن A مع C ثم يهجن B مع الهجين A x C • ويسمى النوع C فى هذه الحالة بالنوع الوسيط • Bridging species .

قد ينجح التهجين ولكن البذور لاتتكون اما لان الثمار يكون بها عدد قليل جدا من البذور فتتساقط وفى هذه الحالة تستخدم منظمات النمو لمنع هذا التساقط • او لان الاندوسبرم يفشل فى التكوين او فى امداد الزيجوت بالغذاء اللازم وفى هذه الحالة قد تنجح زراعة الاجنة فى التغلب على عدم تكوين البذور •

زراعة الاجنة : Embryo Culture

فى حالة مايكون موت الجنين عقب نجاح الاخصاب راجع الى عدم التوافق بين الجنين والاندوسبرم المحيط به ، او لقلة المواد الغذائية التى تصل من الاندوسبرم نتيجة لبطء تكوينه فانه يمكن فى هذه الحالة فصل الاجنة الصغيرة فى طور مبكر وزراعتها على بيئات غذائية صناعية مناسبة ومعقمة مع تهيئة الحرارة والضوء والرطوبة اللازمة لنمو الجنين • وقد اتبعت طريقة فصل وزراعة الاجنة للحصول على نباتات طبيعية فى التهجين بين الاجناس وبين الانواع •

ويجدر الاشارة هنا الى انه امكن الاستفادة من زراعة الاجنة لدراسة التفوق الهجينى فى النمو والذى تظهره بادرات الهجن بالمقارنة بابائها وبمنأى عن التباين البيئى (بعيدا عن كل موثرات البيئة الخارجية عند الزراعة فى الحقل) — وبذلك يعتبر نتيجة اختبار الاجنة بهذه الطريقة مدلولا حقيقيا للتباعد الوراثى بين اباء هذه الهجن فى طور البادرة . وقد اثبتت الدراسات التى اجريت بقسم المحاصيل باستعمال هذه الطريقة (سيد جاد والوزيرى ١٩٦٤ — ١٩٦٨) وجود تفاوت هجينى موكد احصائيا بين ثلاثين هجين صنفى بين اصناف الذرة الشامية . كما اكدت هذه الدراسات وجود علاقة طردية بين التفاوت الهجينى (مقاسا على البادرات النامية من زراعة الاجنة على بيئة صناعية) وبين التفوق الهجينى فى محصول النباتات الكاملة المنزرعة فى الحقل وتتيح هذه الطريقة امكان اختبار ظاهرة قوة الهجين Hybrid Vigour فى عديد من الهجن بزراعة اجنة الهجن الفردية على بيئة صناعية فى المعمل مع قصر الاختبارات الحقلية على عدد محدود من الهجن التى تثبت تفوقا ، وبذلك يمكن توفير كثير من الوقت والجهد والنفقات يتطلبها انتاج التقاوى الهجين .

ويختلف التركيب الغذائى للبيئة الصناعية تبعا لنوع الاجنة واختلاف عمرها عند فصلها وفيما يلى مثال لبيئة صناعية تناسب نمو اجنة الذرة — وقد وجد ان زيادة مستويات كل من النتروجين والبوتاسيوم فى هذه الطريقة قد ساعد على ظهور التباين الهجينى باقصى صورة فى طور البادرة .

يضاف الى كل لتر من الماء المقطر الكميات الاتية :

٠٫٧١٥٠ جم كلوريد بوتاسيوم

٠٫١٤٣٠ جم نترات بوتاسيوم

١٫٩١٦٢ جم كبريتات بوتاسيوم

٠٫١٧٠٠ جم نترات نشادر

٠٫١٧٨٠ جم من كل من كبريتات مغنسيوم ، كبريتات كالسيوم ، فوسفات حديديك ، فوسفات ثلاثى الكالسيوم .

٧٫٥ جم اجار + ٣٠ جم سكر قصب

ويرفع المخلوط على حمام مائى — ثم يوضع كل ٢٥ سم ٣ من البيئة فى انبوبة قطرها بوصة وطولها حوالى ٤٠ سم ثم تقفل بالقطن وتعقم تحت ضغط ١٠ ارطال لمدة ٢٠ دقيقة .

<u>فصل وزراعة الاجنــة :</u>

١) تجهز الحبوب لنزع الاجنة بنقعها فى محلول كلوريد زئبق لمدة ربع ساعة (معقم سطحى).

٢) تغسل الحبوب جيدا عدة مرات بماء معقم ثم تنقع فى اطباق معقمة تحتوى على ماء معقم بكمية تكفى لغمر الحبوب حتى لاتنبت وذلك لمدة ٢ ايام حتى يسهل نزع الاجنة بدون انبات •

٣) يجرى فصل الاجنة فى جو معقم باستعمال مشرط وادوات معقمة •

٤) تعقم الاجنة بعد فصلها فى محلول كلوريد زئبق لمدة دقيقة •

٥) تغسل الاجنة جيدا عدة مرات بالماء المعقم وتزرع على سطح البيئة الغذائية مع اخذ الاحتياطات اللازمة لعدم حدوث تلوث •

٦) تنقل الانابيب الى غرفة على درجة حرارة ٢٠م للاسراع فى الانبات •

٧) بعد مرور ١٢ يوما يمكن اخذ البيانات على البادرات السليمة بعد نزعها من الانابيب وغسل جذورها وتهويتها ، وتتلخص هذه البيانات فى طول البادرة – الوزن الطازج للمجموع الخضرى والجذرى ووزن البادرات الجافة بعد ذلك يمكن نقل البادرات الى الصوبة او الحقل •

الهجن النوعية : Interspecific Crosses

عادة ما يلجأ مربى النباتات الى التهجين النوعى حينما يجد ان التباين داخل نوع ما لايسمح له بالحصول على التراكيب الوراثية المرغوبة • وبالتالى يستخدم التهجين النوعى فى هذه الحالة لادخال بعض الصفات الموجودة فى نوع ما الى نوع اخر • او ليحصل على مميزات التفاعل بين كلا النوعين •

فى كثير من الاحيان يسهل اجراء التهجين النوعى ، وفى كثير من الحالات يصعب اجراء مثل هذه الهجن ، ويتوقف ذلك على القرابة الوراثية بين الانواع المختلفة • وفى حالات التهجين النوعى يفضل اجراء اعداد كبيرة من التلقيحات كما يفضل استخدام عدة اصناف من كل نوع • وقد تستخدم منظمات النمو وزراعة الاجنة لضمان نجاح هذه الهجن (راجع المذكرة النظرى) •

العقم الذكرى : Male Sterility

يعرف العقم الذكرى بانه الحالة التى تحدث نتيجة وجود قصور فى النبات ينشا عنه عدم تكوين حبوب اللقاح او عدم حيويتها • وقد يرجع عدم تكوين حبوب اللقاح الى حدوث تشوه فى الاعضاء المذكرة او فى قدرتها على التطور الطبيعى اذا كانت موجودة •

انواع العقم الذكرى واستعماله :

توجد عدة انواع من العقم الذكرى التى تسبب تشوهات مختلفة للاعضاء المذكرة وحبوب اللقاح • وقد ينتج هذا عن اسباب متباينة • ويهمنا هنا الدراسة الوراثية لانواع العقم الذكرى التى قد يمكن استغلالها فى تسهيل طرق تحسين المحاصيل •

١) العقم الذكرى العاملى Genic Male Sterility:

فى هذا النوع من العقم عادة مايوجد عامل وراثى واحد او اكثر يسبب ظاهرة العقم • وغالبا مايكون هذا العامل متنحى • الا انه فى بعض الاحيان وجد ان العوامل السائدة قد تؤدى الى العقم • وعادة مايرمز لعامل العقم الذكرى بـ ms ففى القطن مثلا امكن اكتشاف عدة عوامل وراثية تؤدى الى العقم الذكرى فى قطن الايلاند فمثلا ms_1, ms_2, ms_3 تؤدى الى العقم الذكرى اذا وجدت كل منها فى حالة أصيلة • كما ان هناك عامل وراثى رابع الا انه سائد Ms_4 الذى يؤدى الى العقم الذكرى • وفى الذرة مثلا وجدت عوامل وراثية تؤدى الى العقم الذكرى ومنها مثلا العامل (Tassel seed (ts والذى اذا وجد فى حالة اصيلة يحول النورة المذكرة الى نورة مؤنثة بينما العامل الوراثى(Barren stalk (ba يؤدى الى عدم وجود النورة المؤنثة (وبذلك يؤدى الى عقم الاعضاء المؤنثة) والعقم الذكرى العاملى يوجد فى نباتات كثيرة مثل الشعير والقطن والطماطم ... الخ •

ويلاحظ مايلى عند تهجين النباتات :

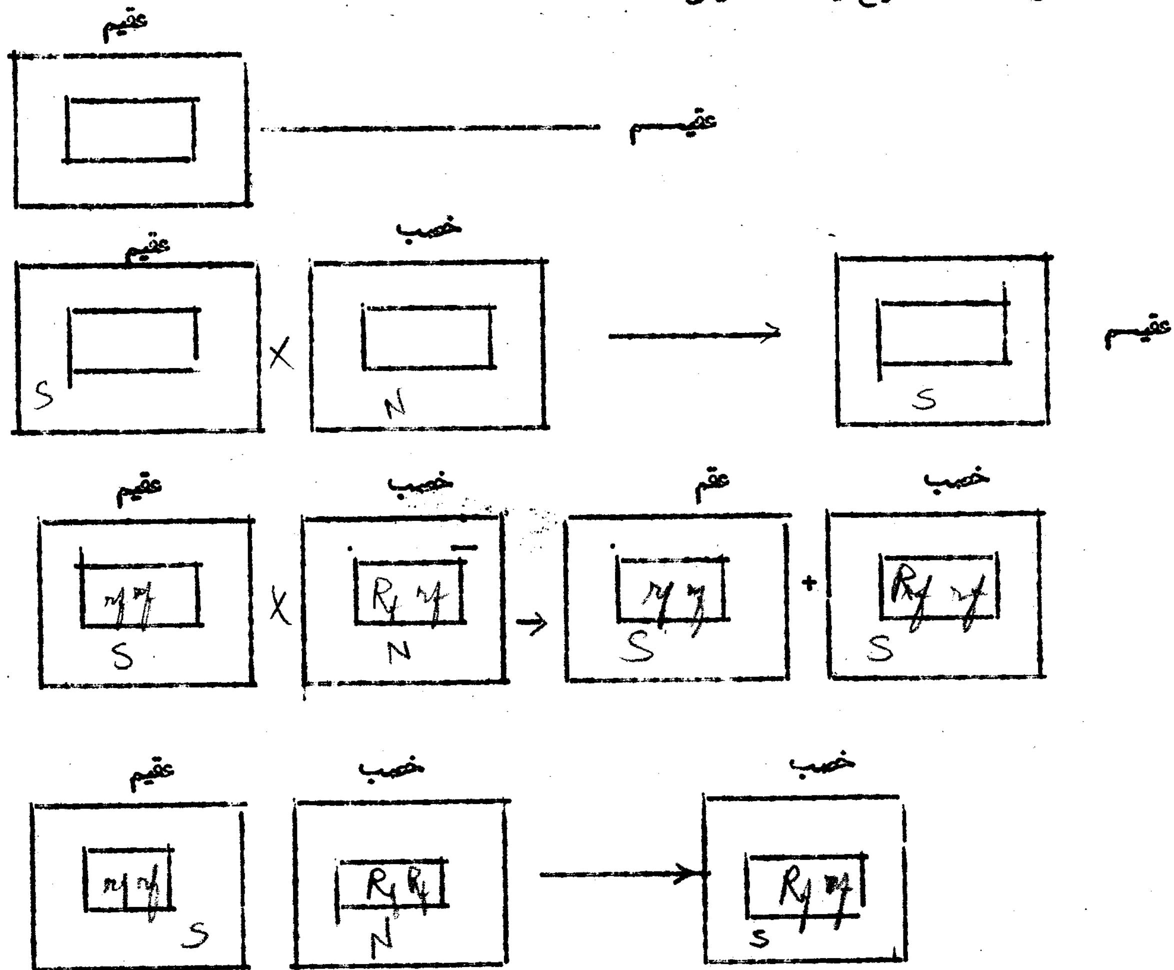
ms ms X Ms Ms --------- Ms ms	كل النباتات خصبة الذكر
ms ms X Ms ms --------- 1 ms ms :	نصف النباتات عقيمة الذكر
1 Ms ms	والنصف الاخر خصبة الذكر
Ms ms X Ms ms --------- 1 Ms Ms : 2 Ms ms : 1 ms ms	.

ربع النباتات عقيمة الذكر

العقم الذكرى السيتوبلازمى Cytoplasmic Male Sterility :

يكثر وجود هذا النوع من العقم فى الذرة وهو عادة ما يعتمد على السيتوبلازم العقيم وينقل هذا النوع من العقم عن طريق الام فقط (هى الحاملة للسيتوبلازم) بينما فى العقم الذكرى العاملى يمكن انتقال العوامل الوراثية للعقم عن طريق كلا الابوين (الا فى حالة العقم الجاميطى) • وفى التهجين مع النباتات

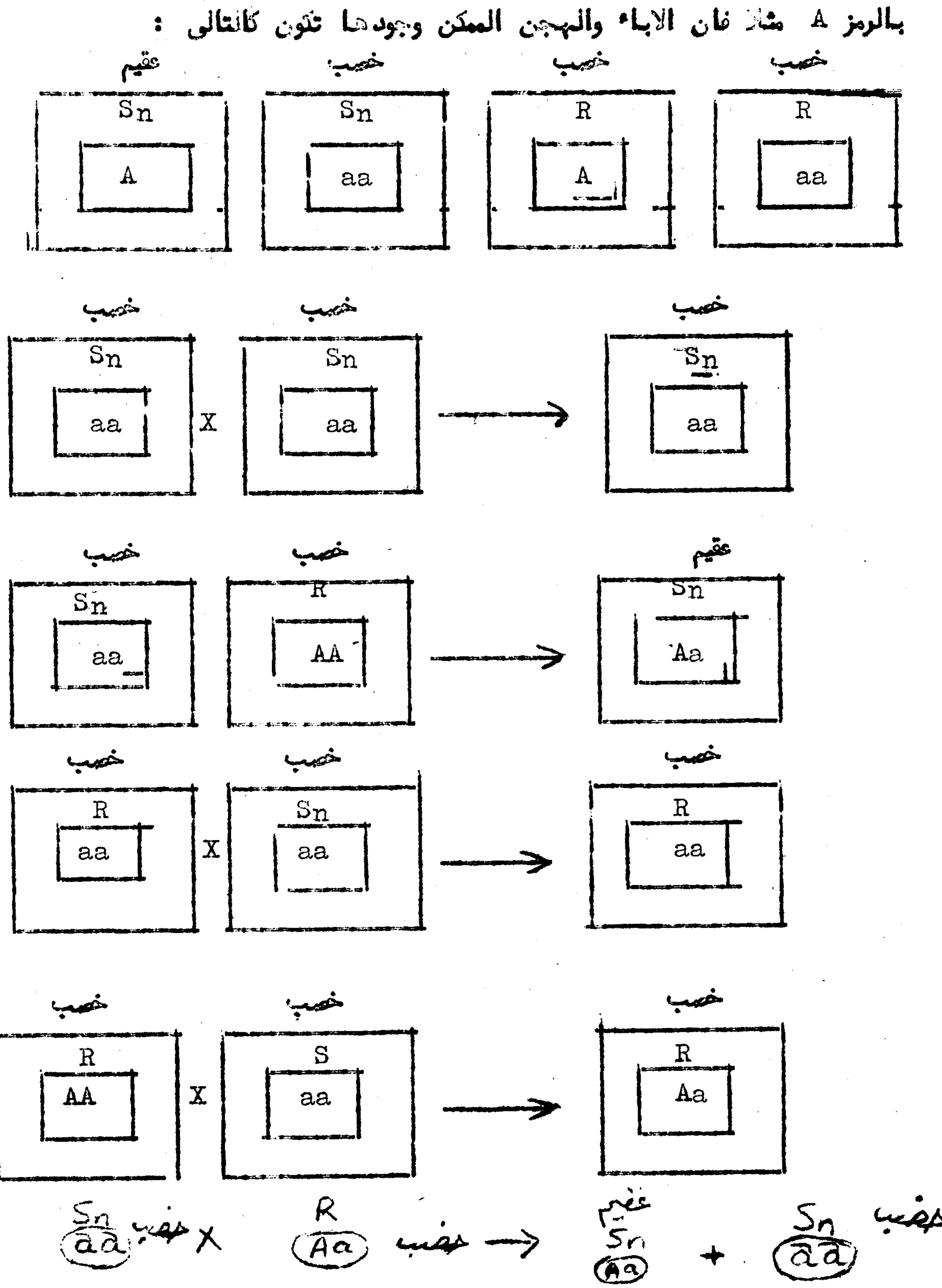
المقيمة السيتوبلازم غالبا مايكون النسل الناتج عقيم ايضا ـ الا انه فى بعض الحالات امكن اكتشاف العوامل الوراثية التى تعيد الخصوبة للهجن المتكونة وسميت بالعوامل معيدة الخصوبة Fertility Restoring Genes وغالبا مايرمز لها بالحرف R ، وعلى ذلك فيكون هناك نوعين من السيتوبلازم ونوعين من العوامل الوراثية التى تؤثر فى السيتوبلازم العقيم فمثلا هناك سيتوبلازم عقيم Sterile ويرمز له (S) واخر سيتوبلازم عادى ويرمز له (N) Normal ونوعين من العوامل الوراثية احداهما لايؤثر فى السيتوبلازم ويرمز له بالرمز rr والاخر يؤدى الى خصوبة السيتوبلازم العقيم ويرمز له RR وبالتهجينات بين مثل هذه الانواع يحدث مايلى :



كما ويبدو من الاشكال المبينه فان العقم الذكرى السيتوبلازمى ليس من السهل فصله فصلا كاملا عن النوع السيتوبلازمى العاملى اذ ان العوامل الوراثية قد تؤثر ايضا على العقم السيتوبلازمى والفرق المميز بين كلا النوعين من العقم يمكن اثباته بحالات الاختلاف فى الهجن العكسية .

العقم الذكرى السيتوبلازمى العاملى Cytoplasmic - genic Male Sterility :

فى هذا النوع من العقم يشترك كل من السيتوبلازم والعوامل الوراثية فـــى احداث العقم ، ويتميز بوجود سيتوبلازم معقم Sterilizing او حساس وعادة مايرمز له بالرمز Sensitive (Sn) وعوامل وراثية معقمة او حساســة للسيتوبلازم ولايكون الهجين عقيما الا باجتماع كل من السيتوبلازم الحســـــاس Sensitive plasmon والعوامل الوراثية الحساسة للسيتوبلازم فى نبات واحـد وهنا يمكن مشاهدة الفرق بين الهجن العكسية فمثلا اذا كان هناك سيتوبلازم حساس Sn واخر مقاوم R ، ووجود عوامل وراثية حساسة للسيتوبلازم يرمز لهــا بالرمز A مثلا فان الاباء والهجن الممكن وجودها تكون كالتالى :



واحيانا ماتكون العوامل الوراثية الحساسة للسيتوبلازم سائدة او متنحية • ويوجد هذا النوع من العقم فى انواع كثيرة من النباتات مثل القطن والذرة والارز والذرة الرفيعة وقصب السكر والقمح والبطاطس ••• الخ •

ففى القطن مثلا وجد هذا النوع من العقم حينما نقلت العوامل الوراثية من نوع Gossypium arboreum الى سيتوبلازم G. anomalum بطريقة التهجين الرجعى • وفى القمح مثلا وجد ان تواجد كروموسومات Triticum vulgare فى سيتوبلازم Aegilops caudata سببت العقم الذكرى للهجن •

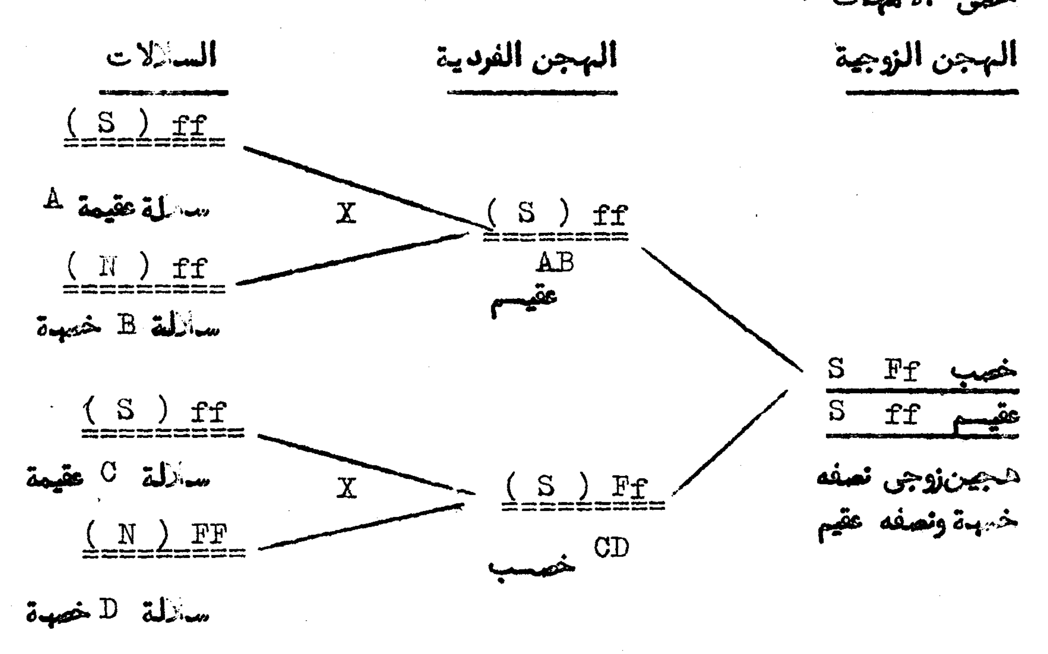
<u>استخدام العقم الذكرى فى تحسين المحاصيل :</u>

بعد اكتشاف ظاهرة العقم الذكرى ودراسة كيفية توارثها بدا مربو المحاصيل فى التفكير فى استخدام هذه الظاهرة فى برامج التربية وتحسين المحاصيل والتى يستخدم فيها التهجين كاحدى خطوات انتاج التقاوى ، واساس استخدام العقم الذكرى فى التربية هو نقل هذه الصفة الى الاباء التى ستستخدم فى التهجين كامهات وبذلك ليس هناك اى داعى لاجراء عمليات الخصى فى مثل هذه الازهار العقيمة فتقل بذلك تكاليف انتاج التقاوى• — ويستخدم العقم الذكرى حالياً فى برامج تربية محاصيل الذرة ، البصل ، بنجر السكر ، عباد الشمس ، الذرة الرفيعة ، الجزر • كما وان هناك محاولات بغرض استخدام الظاهرة فى برامج تربية محاصيل اخرى مثل القمح والشعير • وان التهجينات التى يحكم اجراوءها على النباتات العقيمة تعتمد على الاساس التالى (فى بعض الابحاث يرمز عادة للعامل الوراثى المعيد للخصوبة بالعامل Ms او F او R) :

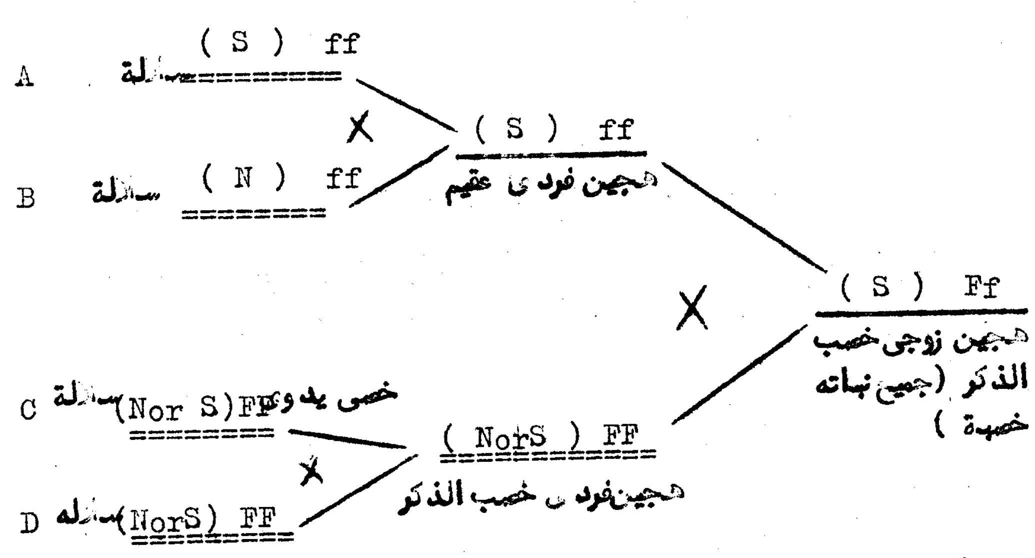
(S) ff X (S) FF عقيم	خصب ⟵	كل الهجن خصبة
(S) ff X (N) FF	⟵	" " "
(S) ff X (S) Ff	⟵	1 : 1
(S) ff X (N) Ff	⟵	1 : 1
(S) ff X (N) ff	⟵	كل الهجن عقيمة

ومثلا فى حالة انتاج الهجن الزوجية للذرة الشامية فانه يكون هناك ٤ سلالات ناتجة من التربية الذاتية يهجن كل اثنين منها معا لاعطاء الهجينين الفرديين ثم يهجن الاخيران ليعطيا الهجن الزوجية •

ويجب لاجراء اى تهجين ان تخصى الازهار المذكرة لشرث لباء• السلالتين المستعملتين كامهات ثم احد الهجن الفردية • وفى بعض المحاصيل مثل الذرة يمكن اجراء الخصى بسهولة بواسطة ازالة النورات المذكورة الا انه فى محاصيل كثيرة لايسهل اجراء هذه العملية • وحتى بالرغم من سهولة خصى نباتات الذرة فان عملية الخصى ذات تكاليف باهظة خصوصا اذا اجريت على نطاق تجارى كبير فى الدول التى يكون مستوى الاجور فيها مرتفع • ولذلك فان ادخال العقم الذكرى الى الاباء قلل تكاليف انتاج الهجن ، وذلك بنفس تكاليف خصى الامهات •



والملاحظ من هذا الشكل ان كل ماتم عمله هو نقل صفة العقم الذكرى من النباتات العقيمة الى النباتات التى سنستعملها كامهات (سلالات فى برامج التحسين) ويكون ذلك باجراء التهجينات الرجعية • وكما هو واضح بالشكل فان عملية الخصى لن تستعمل فى انتاج الهجن الزوجية ، الا انه فى هذه الحالة تكون تقاوى الهجين الزوجى نصفها عقيم والنصف الاخر خصب • وهذا فى حد ذاته لايسبب اى مشكلة فى التلقيح تحت الظروف الجوية المعتدلة • الا انه فى حالة وجود نباتات تحت الظروف الجوية الحارة جدا والجافة ، فان ذلك قد يؤثر على نسبة العقد فى نباتات الهجن الزوجية ، وذلك فتحت مثل هذه الظروف يفضل ان تكون كل نباتات الهجن الزوجية فى الحقل خصبة الذكر ، ويمكن بسهولة الحصول على ذلك بان تكون السلالة C فى الشكل السابق بها عوامل خصوبة وفى هذه الحالة لابد وان تخصى هذه السلالة يدويا قبل تلقيحها بالسلالة D كالتالى :



والاساس الذى تبنى عليه عملية استخدام العقم الذكرى فى تحسين المحصول هو :

١) وجود النباتات التى ستستخدم كامهات والتى ستكون عقيمة الذكر S ms ms وتكاثر هذه النباتات بواسطة التهجين الرجعى بسلالة اخرى خصبة N ms ms وليست مخصبة فيكون كل النباتات الهجينية بينهما عقيمة .

٢) استعمال الام العقيم او الهجين العقيم فى التهجين مع اب اخر او هجين اخر خصب او مخصب (S) ms ms X (N) Ms Ms (Ms ms or ms ms) وتكون البذور الناتجة هى البذور الهجينية وهى اما ان تكون كلها خصبة او نصفها خصب او كلها عقيمة تبعا للتركيبة الوراثية للاب الذكر . ومن الطبيعى انه فى حالة (S) ms ms X (N) ms ms يكون كل الحبوب الهجينية عقيمة . ولذا فان مثل هذه الطريقة تستخدم فقط فى حالة كون المحصول لايعتمد انتاجه الاقتصادى على البذور مثل محصول البصل مثلا فلا يهم فى هذه الحالة كون الاباء تكون عقيمة لان البصلات هى الناتج الاقتصادى لهذا المحصول .

التحكم فى تلقيح القمح

تركيب النورة والزهرة :

نورة القمح سنبلة صادقة ذات محور رئيسى غير متفرع وينقسم الى عقد وسلاميات . والسلاميات هلالية الشكل قاعدتها رفيعة وقمتها عريضة ومتبادلة الوضع وتحمل كل سلامية عند قاعدتها سنيبلة جالسة تحتوى على ٢ ــ ٧ ازهار وتوجد الازهار جالسة ومتبادلة الوضع على محور السنيبلة وعادة ماتكون الزهرتين القاعدتين فى كل سنيبلة خصبة بينما تكون باقى الازهار عقيمة . كذلك فان

السنيبلات القاعدية او الطرفية غالبا ماتحتوى على ازهار عقيمة •

وتحاط السنيبلة من الخارج بقنبعتين ، فى حين تتكون كل زهرة خصبة من ورقة جلدية كلوية الشكل تسمى عصيفة تنتهى فى قمتها فى حالة الازهار الخصبة بالسفاة فى الاصناف السفاء ، ويقابل العصيفة من الداخل وريقة شفافة اصغر حجما من العصيفة تسمى اتب ، والعصيفة والاتب تحيط احاطة تامة ببقية اعضاء الزهرة ، وعند قاعدة العصيفة والاتب توجد وريقتين شفافتين اسفنجيتين تسمى الفليستان ووظيفتها امتصاص الماء والضغط على العصيفة والاتب فتتفتح الزهرة •

ويتكون الطلع (عضو التذكير) من ثلاثة اسدية بينما يتكون المتاع (عضو التانيث) من مبيض كمثرى الشكل وحيد الكرملة يحتوى على بويضة واحدة وله اثرى وميسم ريشى متفرع الى فرعين ، بينما تحتوى الازهار العقيمة على العصيفة والاتب فقط •

نظام التزهير :

يبدا التزهير فى نبات القمح بعد تمام خروج اول سنبلة من غمدها بعدة ايام تبعا لظروف البيئة والصنف • واول السنابل فى التزهير هى سنبلة الساق الاصلى للنبات ثم يليها السنابل المحمولة على الافرع القاعدية متدرجة حسب ترتيب ظهورها من الساق الاصلى • واول السنيبلات فى التزهير هى السنيبلة الواقعة فى اعلى الثلث الاوسط ثم يتتابع تزهير السنيبلات فى الاتجاهين العلوى والسفلى • واول ازهار السنيبلة تفتحا هى الزهرة القاعدية ثم يتتابع تفتح الازهار بالترتيب الى اعلا • ويستغرق تزهير السنبلة من ٢ ـ ٥ ايام وقد تزداد الفترة عند انخفاض درجة الحرارة وارتفاع نسبة الرطوبة • ويستمر تفتح الازهار طول النهار الا ان نسبة التفتح تكون عالية من الساعة ٧ ـ ٩ صباحا وحوالى الساعة الثالثة بعد الظهر •

وعند تفتح الزهرة تنتفخ الفليستان وتضغطان على العصيفة والاتب فيتسبب عن ذلك انفراجهما • ثم ياخذ القلمان فى الابتعاد عن بعضهما منحنيين الى الخارج • وفى نفس الوقت تستطيل خيوط الاسدية بسرعة فتبرز المتك وتتدلى من بين العصيفة والاتب وفى بعض الاصناف لاتبرز المتك فتظل داخل الزهرة وتاخذ المتك فى الانفتاح عندما تبدا الخيوط فى الاستطالة وبذلك ينتشر كثير من حبوب اللقاح على فرعى ميسم الزهرة نفسها قبل ان تبرز المتك ويحصل التفتح الكامل •

التلقيح السائد :

يسود التلقيح الذاتى وتتراوح نسبة التلقيح الخلطى بين ١ ــ ٣ ٪ ونادرا ماتزيد عن ذلك وقد تصل فى بعض الحالات الى ٧ ٪ ٠

التلقيح الذاتى الصناعى :

يجرى بهدف احكام التلقيح الذاتى والتاكد من الحصول على تراكيب وراثية اصيلة ثابته قبل البدء فى برنامج التربية ويتم ذلك بتكييس السنابل بعد يوم او يومين من تمام ظهورها (حامل السنبلة بطول ٤ ــ ٥ سم) باكياس من الجلاسين (٧ × ١٥ سم) ويحكم قفل فتحة الكيس باستعمال دبوس وبعد تمام نضج الحبوب تجمع الحبوب الناتجة عن التلقيح الذاتى الصناعى ٠

التهجين الصناعى : Hybridization

ا ــ الخصــــى : Emasculation

تجرى عملية الخصى فى اى وقت طوال النهار ٠ والطور المناسب لخصــى السنبلة هو بعد خروجها من الغمد وعندما يصل طول حاملها الخالى مــــن الغمد من (٥ ــ ٧ سم) ويجب التاكد من عدم انفتاح اى متك على السنبلــة قبل البدء فى خصيها ٠

وتخصى السنبلة بازالة الثلثين العلوى والسفلى منها ثم تزال الازهار العليا من كل سنيبلة ويترك بكل منها زهرتين سفليتين وبذلك يترك على كل ســـنبلة حوالى ١٠ ــ ١٢ سنيبلة وسطية بكل منها زهرتين ٠ ثم يدخل الملقط بيـــن العصيفة والاتب من كل زهرة وتزال الثلاثة متك خارجها ٠ وعند الانتهاء من ازالة جميع المتك تكيس السنبلة بكيس من الجلاسين مقاس ٧ × ١٥ سم وتعلــق على السنبلة بطاقة يكتب عليها رقم نبات الام وتاريخ الخصى ٠

كما يمكن اجراء الخصى الجماعى بالماء البارد حيث تقتل الخلايا الاميـــة لحبوب اللقاح اذا تعرضت لدرجات حرارة منخفضة لذلك يستعمل الماء البـــارد (درجة حرارته صفر ــ ٤ م) حيث يوضع فى زجاجة ترموس ثم تغمس السنبلة بعد ازالة السفا والازهار العقيمة فى زجاجة الترموس لمدة ٥ دقائق وتمتاز هذه الطريقة بتوفير الوقت وعدم الاضرار بمتاع الزهرة ٠ ويكون لهذه الطريقة فائــدة كبيرة اذا كان المطلوب الحصول على كمية كبيرة من البذور الهجينية واذا كان الاب يحتوى على صفة سائدة تظهر فى الجيل الاول يمكن بها تمييز النباتات المهجنة عن غيرها التى حدث بها تلقيح ذاتى ، فتزال الاخيرة من الحقــل بسهولة ٠

ب ـ التلقيح الصناعى :

يمكن اجراء عملية التلقيح الصناعى عادة بعد ٢ ـ ٤ ايام من الخصى ويتوقف ذلك على حجم الازهار وعلى الظروف الجوية وخصوصا درجة الحرارة السائدة فى ذلك الوقت • واحيانا تجرى عملية التلقيح بعد ٥ ـ ٦ ايام اذا كانت درجة الحرارة منخفضة والغيوم كثيرة • ويستدل على قابلية الازهار للتلقيح من درجة انفتاح الميسم الريشى • وتجمع المتك الناضجة من سنيبلات الاب وتوضع فى وعاء زجاجى صغير ذو غطاء ثم يرفع الكيس المغطى لسنبلة نبات الام وبواسطة الملقط يوضع متك ناضج مغطى بحبوب لقاح من الخارج داخل كل زهرة • ثم يعاد تكييس السنبلة ويكتب على البطاقة رقم نبات الام وتاريخ التلقيح • ويراعى تعقيم الملاقط والزجاجات بكحول ٧٠ ٪ بين الحين والاخر عند تغيير حبوب اللقاح المستعملة من اب لاخر • ويمكن الاطمئنان على نجاح الاخصاب فى السنابل المهجنة بعد حوالى اسبوع من التلقيح • ففى ذلك الوقت ينمو مبيض الازهار التى نجح تهجينها ويشغل حوالى ثلثى فراغ الزهرة • اما الازهار التى لم ينجح تهجينها فلا ينمو مبيضها • وعند تمام نضج الحبوب الهجينية تجمع فى اكياس صغيرة من الكرافت مقاس ٥ × ٧ سم بلسان صمغ ويوضع مع البذور داخل الكيس البطاقة الدالة على رقم نبات الام والاب ويفضل كتابة رقم نبات الام والاب وعدد البذور الهجينية على الكيس من الخارج • اما باقى الحبوب الناتجة على كل من نبات الام ونبات الاب فتحصد ايضا ويحتفظ بها للمقارنة المباشرة بين الابوين والجيل الاول الناتج من التهجين والاجيال التالية •

التحكم فى تلقيح الشــــــعير

تركيب النورة والازهار :

نورة الشعير سنبلة صادقة ذات محور غير متفرع ، وسلاميات المحور مستطيلة الشكل متراكبة الاطراف جانبيا • وتحمل كل سلامية ثلاثة سنيبلات خصبة فى الشعير ذو الستة صفوف بينما تكون السنيبلات الجانبية عقيمة فى الشعير ذو الصفين • وتبعا لعدد السنيبلات الخصبة عند كل عقدة يقسم الشعير الى ثلاثة تحت انواع (ذو صفين ـ ذو اربعة صفوف ـ ذو ستة صفوف) •

وتحتوى كل سنيبلة على زهرة واحدة اما خصبة او عقيمة والقنابع مختزلــة خيطية وتتكون كل زهرة خصبة من عصيفة واتب مثل زهرة القمح تحمل عند قمتها سفا الذى قد يكون قصير وعريض القمة كما فى الاصناف ذات القلنسوة او يتساقط السفا عند نضج الحبوب او لايوجد سفا بالمرة كما فى الاصناف العديمة السفا •

وتلتحم حواف الاتب جانبيا مع حواف العصيفة وتحيط بالاعضاء الاساسيــة للزهرة وعادة ماتستديم العصيفة والاتب حول الحبة الناضجة مكونة الاغلفة الخارجية اما فى الشعير النبوى فلا يحدث ذلك • وتحيط العصيفة والاتب بالاعضـــاء الاساسية (الطلع والمتاع) التى تشبه نظيرتها فى القمح •

نظام التزهير :

اول السنابل فى التزهير هى المحمولة على الساق الاصلى للنبات Main stalk ثم تليها السنابل المحمولة على السوق الجانبية حسب ترتيب ظهورها • واول السنيبلات فى التزهير هى السنيبلات المحمولة على العقد الوسطية من السنبلة ويليها السنيبلات المحمولة على العقد السفلى والعليا بالترتيب • ودائمـــا تبدا السنيبلة الوسطية فى التفتح ويليها السنيبلتين الجانبيتين من كل عقدة •

ويستغرق تزهير السنبلة الواحدة من ٢ ـ ٥ ايام حسب موعد التفتح ودرجة الحرارة السائدة • وتحتوى سنيبلة الشعير على زهرة واحدة مكونة من مبيض يحمل ميسم ريشى وثلاثة متك وعصيفة واتب وخارج كل سنيبلة يوجد قنبعتان • وهنـاك فترتان يبلغ التزهير فيهما اخره الفترة الاولى فى الصباح الباكر ٦ ـ ٨ والثانية وهى اقل حدة من الاولى من الساعة ٣ ـ ٥ وقليــلا ماتتفتح الازهار •

التلقيح السائد :

الذاتى الطبيعى وعادة تتراوح نسبة التلقيح الخلطى من ١ ـ ١ر٥ % •

التلقيح الذاتى الصناعى :

تكيس السنابل بمجرد ظهور اطراف السفا من غمد الورقة الطرفية باستعمال اكياس من الجلاسين (٧ × ١٥) وتترك حتى تمام نضج الحبوب •

التهجين الصناعى :

أ) الخصــى :

تجرى عملية الخصى قبل خروج السنبلة من غمد الورقة ، ويستدل علــى صلاحية السنبلة للخصى من خروج ٢ ــ ٣سم من السفا من قمة الغمد • وتجرى عملية الخصى بازالة السنيبلات المحمولة على الثلث العلوى والثلث السفلى مــن السنبلة ، كما تزال السنيبلات الجانبية ، وبذلك يبقى على كل سنبلة من ١٠ ــ ١٤ سنيبلة وسطية ثم يعمل شق فى جانب العصيفة بسن الملقط ثم يدخل طرف الملقط الى داخل الزهرة وتسحب الثلاث متك الى الخارج وتعد كما يجــب التاكد من سلامتها وعدم ترك اجزاء منها داخل الزهرة • وللتاكد من خلــو جميع السنيبلات من المتك او اجزائها ينظر اليها فى الضوء فيظهر اى متك لم يتم استخراجه • بعد ذلك تكيس السنبلة بكيس من الجلاسين مقاس ١٥ × ٧ سم وتعلق عليها بطاقة يكتب عليها رقم نبات الام وتاريخ الخصى • ويمكن الخصــى الجماعى باستخدام الماء البارد (صفر ــ ٤ م) لمدة ٥ دقائق كما فى القمح •

ب) التلقيح الصناعى :

يجرى بعد يومين او ثلاثة ايام من الخصى ، ويستدل على صلاحيـــة السنبلة للتلقيح من انفتاح الميسم الريشى • فتجمع حبوب اللقاح من سنابــل النباتات التى ستستعمل كاب فى الصباح من الساعة ١٠ ــ ١٢ صباحا ، وفــى وعاء زجاجى صغير ذو غطاء • ويجب ان تكون المتك المجموعة صفراء ناضجة لم تنثر حبوب لقاحها بعد • ويعرض الوعاء الزجاجى المحتوى على المتك للشمس فتنتثر حبوب اللقاح من المتك • ويؤخذ متك واحد ويغمس فى حبوب اللقــاح بواسطة ملقط ثم يدخل فى السنيبلة ويمرر على الميسم ويترك بالزهرة • وتكــون هذه العملية بالنسبة لكل سنيبلة على السنبلة المخصية •

بعد الانتهاء من تلقيح كل سنيبلات السنبلة يعاد تكييسها لحمايتهــا من التلوث باى حبوب لقاح غريبة ، ويكتب على البطاقة رقم نبات الاب وتاريخ التلقيح •

ويجب تعقيم الملقط والادوات المستعملة بكحول الايثايل ٧٠ ٪ عند تغيير حبوب لقاح من نبات الى آخر • ويمكن التأكد من نجاح التلقيح بعد ٧ أيام من اجرائه وذلك بفحص السنيبلات فى الضوء فالسنيبلة التى تم بها الاخصاب ينمو فيها المبيض الى ثلث طولها ، أما السنيبلة التى لم يتم بها الاخصاب فان مبيضها لاينمو • ويترك الكيس المغلف للسنبلة حتى تنضج الحبوب المهجنة ، ثم تجمع فى كيس صغير من الكرافت مقاس ٥ × ١٠ سم بلسان محمع يوضع بداخله البطاقة التى كتب عليها اسم نباتى الاب والام • ويكتب رقم نبات الاب والام وعدد البذور الهجينية الناتجة على الكيس من الخارج لكى يسهل الرجوع اليها عند اعداد البذور للزراعة •

التحكم فى تلقيح الكتان

تركيب الزهرة :

زهرة الكتان خنثى فيكون الكأس من خمس سبلات والتويج من خمس بتلات والطلع من خمس اسدية والمتاع من خمس كرابل •

نظام التزهير :

تتفتح الازهار فى الصباح الباكر وتتساقط البتلات بعد الظهر وعادة يحدث الاخصاب الذاتى وقت انفتاح الازهار فتنحنى الاسدية للداخل وتقذف بحبوب لقاحها على الميسم ، ويستغرق النبات الواحد حوالى شهر لكى تتفتح جميع ازهاره ، وتتوقف المدة على درجة تفريع النبات ودرجة حرارة الموسم •

التلقيح السائد :

التلقيح الذاتى الطبيعى هو القاعدة وتتراوح نسبة الخلط من ١ ــ ٦ ٪ وفى مصر تبلغ النسبة من ١ ــ ٢ ٪•

التهجين الصناعى :

ا) الخصى :

تجرى عملية الخصى ابتداء من الظهر حتى وقت الغروب • وتخصى البراعم التى تتفتح فى اليوم التالى وتتميز بظهور بتلات التويج ملتفة على شكل مخروط فينزع التويج بالملقط ثم تزال الخمسة متك ثم يغطى البرعم بكيس من الجلاسين •

ب) التلقيح الصناعى :

يجب حماية البراعم التى ستستعمل فى التلقيح بتكييسها وقت اجراء عمليات الخصى • وفى صبيحة اليوم التالى تجمع الازهار التى ستستعمل فى التلقيح ثم تمرر متك الزهرة الاب على مياسم ازهار نبات الام السابق خصيها ثم يعاد تكييسها وتكتب البيانات اللازمة على البطاقة المعلقة بزهرة نبات الام • ويمكن التأكد من نجاح التلقيح والاخصاب بعد حوالى اسبوعين من التلقيح • وبعد حوالى ١٥ يوم تمزق قمة الكيس المغلف للكبسولة المهجنة لتعريضها للضوء حتى ميعاد حصادها •

التحكم فى تلقيح الارز

تركيب النورة والزهرة :

نورة الارز دالية ذات محور رئيسى متفرع ، وتحمل السنيبلات على محور النورة الرئيسى وفروعه والسنيبلات جالسة متبادلة وتحتوى على زهرة واحدة خصبة • ويختلف تركيب زهرة الارز عن بقية ازهار النجيليات فى ان الطلع يتكون من ٦ اسدية وتلتصق اطراف العصيفة والاتب باحكام حول محتويات الزهرة مما يؤكد سيادة التلقيح الذاتى الطبيعى نظرا لان الاخصاب يتم والزهرة مقفلة • Cleistogamous

نظام التزهير :

يبدا التزهير فى دالية الارز بعد خروجها من الغمد بقليل • ويتميز نظام التزهير بانه يبدا من اعلى الى اسفل اى ان السنيبلة الطرفية تتفتح اولا ويتبعها التى تحتها بالتالى ، ويبدا التزهير على المحور الرئيسى اولا ثم الفروع بترتيب ظهورها ويستغرق تزهير الدالية حوالى ٦ ــ ٩ ايام تبعا لاختلاف الصنف والظروف البيئية • وعادة تنتشر حبوب اللقاح قبل انفتاح الزهرة مباشرة او اثناء انفتاحها •

التلقيح السائد :

التلقيح الذاتى هو القاعدة فى الارز ونادرا ما يحدث تلقيح خلطى • وفى جمهورية مصر العربية قدرت نسبة التلقيح الخلطى الطبيعى بحوالى ٥ر١ ٪ وقد بلغت ٤ ٪ فى الخارج •

التلقيح الذاتى الصناعى :

تكيس الازهار بأكياس من الجلاسين عقب ظهور النورة الدالية بيوم او يومين وتترك الاكياس حتى نضج الحبوب .

التهجين الصناعى :

ا) الخصى الجماعى : Bulk emasculation

يفضل بعض مربو النباتات اتباع طريقة الخصى الجماعى لصغر حجم الازهار واحتياجها الى جهد وخبرة فى خصيها باليد . وتتميز هذه الطريقة على الطريقة اليدوية بالاتى :

١) الحبوب الهجينية الناتجة تكون طبيعية فى الحجم ونسبة انباتها اعلى وذلك لعدم الاضرار بالاغلفة الزهرية اثناء عملية الخصى .

٢) باتباع هذه الطريقة يمكن خصى عدد كبير من الازهار فى وقت قصير .

ويعاب على هذه الطريقة حدوث نسبة من الاخصاب الذاتى الطبيعى نتيجة لعدم قتل حبوب اللقاح فى قليل من الازهار . ويمكن استبعاد البادرات الناتجة من الاخصاب الذاتى باستعمال نبات ام يحتوى على صفة متنحية ونبات اب يحتوى على صفة سائدة يسهل تمييزها فى طور البادرات ، ثم تزال جميع البادرات التى لاتحمل الصفة السائدة .

وتجرى عملية الخصى بغمس دالية ظهر ثلثيها على الاقل من الغمد فى زجاجة ترموس متسعة الفوهة سعة لتر بها ماء ساخن درجة حرارته من ٤٠ ــ ٤٤ م لمدة ١٠ دقائق . وللسهولة يحسن ان تحمل زجاجة الترموس على حامل ثلاثى الارجل . وعند ازالة الدالية من الماء الساخن يلاحظ انفتاح الازهار المستعدة للتلقيح . فتزال جميع الازهار التى لم تتفتح من النورة وفى نفس الوقت تلقح الازهار المتفتحة بحبوب لقاح مجموعة من نبات الاب .

ب) الخصى اليدوى :

تختزل الدالية المناسبة الى حوالى ١٠ ــ ٢٠ سنيبلة . ويقص الثلث العلوى من الاغلفة الزهرية لكل سنيبلة بمقص ، ثم تزال الصفة متك بملقط من الفتحة العليا الى عملت بالمقص وتكيس النورة .

ويفضل اجراء هذه العملية فى الصباح البكر او بعد الساعة الثانية بعد الظهر لتلافى انتشار حبوب اللقاح اثناء القيام بعملية الخصى .

ج) التلقيح الصناعى :

تجمع حبوب اللقاح صباحا من ١٠ صباحا الى ٢ مساء من الازهار التى ستتفتح فى نفس اليوم • وتعرف بظهور المتك من قمة الاغلفة الزهرية ثم توضع فى وعاء زجاجى صغير لحين استعمالها • وعادة تجرى عملية التلقيح فى اليوم التالى لعملية الخصى او فى نفس يوم عملية الخصى بين الساعة ١٠ صباحا و ٢ مساء وذلك بادخال متك ناضج فى كل سنبلة ثم يعاد تغطية النورة وكتابة البيانات على البطاقة المعلقة عليها •

التحكم فى تنقيح الفول

تركيب النورة والزهرة :

تحمل النورات على امتداد ساق النبات فى اباط الاوراق • وتحتوى كل نورة على ١ ـ ٦ زهرات محمولة على شمراخ قصير •

نظام التزهير :

نظام تفتح الازهار من اسفل الى اعلى اى ان النورات السفلى تتفتح قبل النورات العليا والازهار السفلى تتفتح قبل الزهرات العليا فى كل نورة • وقد لوحظ ان التزهير لايشمل اكثر من ٣ نورات فى وقت واحد على النبات ويستغرق تزهير الزهرة حوالى ٣ ايام • وعادة ماتتفتح الزهرة طوال النهار ثم تقفل فى المساء ثم تفتح فى صباح اليوم التالى ويعاد انقفالها ثانية فى المساء وهكذا • ويبلغ عدد الازهار المتفتحة على النبات اقصاه فى حوالى الساعة الثانية بعد الظهر •

وعادة لاتعقد جميع الازهار المحمولة على نبات الفول وقد لوحظ وجود ظاهرة التساقط فى طور البراعم الزهرية وطور الازهار المتفتحة وطور القرون الحديثة العقد • كما لوحظ ان نسبة التساقط تكون قليلة فى النورات السفلى والازهار السفلى من كل نورة • لذلك يفضل استعمال هذه البراعم عند التحكم فى التلقيح • لان النجاح يكون اكثر باستعمال تلك الازهار فى التلقيح • ولا ينصح باستخدام الازهار الناتجة فى نهاية الموسم فى التلقيح لان التلقيح لاينجح حينئذ •

التلقيح السائد :

الفول من المحاصيل المشتركة الاخصاب ولكن نسبة التلقيح الذاتى فيه

مرتفعة ويمكن القول بان نسبة الاخصاب الخلطى تتباين من صنف لاخر ومن ظروف بيئية الى اخرى • وعموما يمكن اعتبار ان متوسط نسبة من ٦٠ ــ ٧٠ % اخصاب ذاتى تشيع فى معظم الاصناف • ولو ان نسبة الاخصاب الخلطى قد يكون متوسطها حوالى ٣٠ % الا انها تتراوح بين ٥ ــ ٧٠ % فى الاصناف والمناطق المختلفة •

ويحدث التلقيح الخلطى بواسطة الحشرات التى اهمها جعل الورد الزغبى والنحل • ولايحدث انتقال لحبوب اللقاح بواسطة الهواء لان طبيعة تركيب الزهرة وطور نضج حبوب اللقاح لايسمح بذلك •

وتتباين الاصناف فى خصوبتها الذاتية • ويمكن اعتبار ان الاصناف المصرية من الاصناف ذات الخصوبة الجيدة • لانه فى بعض الاصناف لايحدث اخصاب (ذاتى او خلطى) دون استعمال الوسائل الملقحة (الحشرات مثلا) • الا ان الاصناف المصرية يمكن ان يحدث بها نسبة من عقد القرون فى غياب الحشرات • وتعتبر صفة الخصوبة الذاتية Autofertility ــ وهى مقدرة النبات على عقد البذور دون تلقيح صناعى ــ من اهم الصفات التى تهم المربى والتى تتباين فيها الاصناف •

وتوثر درجة الحرارة كثيراً على حيوية حبوب اللقاح وعقد القرون والحرارة المنخفضة عن اللازم تضر بالتزهير وقد لاتشجع العقد اما ارتفاع درجة الحرارة كثيرا فهى توثر تاثيرا سيئا على الاخصاب ولا يحدث عقد للبذور • وتعتبر درجة حرارة حوالى الـ ٢٠ م من انسب الدرجات للتزهير والعقد فى الفول • وعند سقوط المطر لايجب اجراء اى تلقيح لانه لن ينجح فى الفول •

التهجين الصناعى :

ا) الخصى :

تزال البراعم والازهار المتفتحة التى على النورة والتى لن تستعمل فى الخصى وتختار البراعم التى لايزيد طولها عن ١ سم ، ويكفى استعمال برعمين فى كل نورة • وفى هذا الطور يكون الكاس والتويج مغلفين تماما لباقى اجزاء الزهرة وتكون بتلة العلم لم تتجاوز سبلات الكاس الا قليلا • وتجرى عملية الخصى بازالة البتلات بواسطة ملقط وعادة ماتزال المتك معها الا انه يجب بعد ذلك التاكد من ازالة المتك وعددها ١٠ ، ويترك الميسم فقط • ثم تغطى الزهرة المخصية حتى يحين موعد تلقيحها ولاداعى لتكييس الازهار المخصية اذا مازرعت نباتات الفول التى ستستخدم فى التهجين فى صوبة مانعة للحشرات الملقحة • اما اذا كانت النباتات مزروعة فى الحقل فيجب تكييس الزهرة لحمايتها ،

واحيانا تجرى عملية الخصى بازالة المتك وترك التويج والكأس مغلفين للميسم وتمتاز هذه الطريقة بان نسبة العقد فيها أعلى الا انها تحتاج الى أنصاف الوقت اللازم لاجراء عملية الخصى التى يزال فيها البتلات والمتوك سويا • كما يعاب عليها انه قد تترك بعض المتك داخل الزهرة دون ازالتها مما قد يؤدى الى حدوث نسبة من الاخصاب الذاتى •

ب) التلقيح الصناعى :

عادة مايجرى التلقيح بعد يوم او اثنين من اجراء الخصى • وقد يجرى فى نفس اليوم • وتجرى عملية التلقيح بنقل حبوب لقاح من ازهار تفتحت فى يوم التلقيح أو اليوم السابق له بواسطة ملقط رفيع وتثبيتها على موسم الزهرة المخصية • ويكتب تاريخ التلقيح ورقم نبات الاب ورقم نبات الام على البطاقة المثبتة فى عنق الزهرة • وتكيس الزهرة الملقحة ثانية • ويراعى تعقيم الملقط بين كل زهرة واخرى بغمسه فى كحول درجة تركيز ٧٠ % •

التحكم فى تلقيح الذرة الرفيعة

تركيب النورة والازهار :

ارسم نورة الذرة الرفيعة موضحا :

١) السنيبلة الجالسة (الخصبة)

٢) السنيبلة المعنقة (العقيمة)

ارسم سنيبلة خصبة موضحا اجزاءها •

نظام التزهير :

١) يتم التزهير فى الفترة من ١١ مساء الى الواحدة صباحا (اى عند منتصف الليل) كما قد يتم فى الصباح الباكر بعد الفجر ويتوقف ذلك على الصنف وظروف البيئة •

٢) اول السنيبلات فى التزهير هى السنيبلات الواقعة بجوار المحور الرئيسى حيث يبدا التزهير من اعلى لاسفل •

٣) تحتاج النورة ٦ ـ ٩ ايام حتى يكتمل تزهير كل الازهار بها وتطول المدة الى ١٥ يوما فى نهاية الموسم •

٤) عندما تتفتح القنابع تندفع المتوك والمياسم للخارج •

٥) النورة الواحدة تنتج ٢٤ ـ ١٠٠ مليون حبة لقاح •

٦) حبة لقاح الذرة الرفيعة تفقد حيويتها بسرعة كبيرة ، ويجب على القائم بجمع حبوب اللقاح ان يتاكد من ان حبوب اللقاح التى سيستخدمها لم يمضى على جمعها اكثر من خمس ساعات حتى لايتاثر عقد البذور •

٧) المياسم تكون مستعدة لتلقى حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة بيوم او يومين وتستمر مستعدة لذلك بعد تفتح الزهرة لمدة ٨ ـ ٢٦ يوما مما يساعد على زيادة نسبة التلقيح الخلطى بين النباتات •

٨) تتم عملية الاخصاب بعد ٦ ـ ٢٠ ساعة من التلقيح •

التهجين الصناعى :

اولا ـ الخصى باليد :

١) يلزم لاجراءه توفر ملقط مدبب متوسط الحدة او قلم رصاص ذو طرف مدبب متوسط الحدة او اى اداة اخرى بديلة •

٢) يتم خصى الازهار على فرع صغير من النورة وتتم ازالة جزء كبير من الدالية حتى يسهل عملية تكييس الراس التى تم خصيها ، ويجب ان يتم ازالة باقى النورة بحذر حتى لاتجف النورة •

٣) تتم ازالة المتك بالضغط على الاتب للخارج بحركة ترددية •

ثانيا ـ الخصى الجماعى :

هذه الطريقة اسهل من طريقة الخصى اليدوى حيث يتم خصى عدد كبير من ازهار النورة باقل مجهود مما يسمح بالحصول على عدد اكبر من البذور الهجينية وقد استعمل الخصى الجماعى لاول مرة فى الذرة الرفيعة ثم انتشر استعماله باساليب مختلفة من محاصيل اخرى تجمعها نفس الصفة اى وجود ازهار كثيرة صغيرة الحجم فى النورة الواحدة • ويعتمد الخصى الجماعى على ان الماء الساخن على درجة حرارة ٤٨ م حول النورة يؤدى الى قتل حبوب اللقاح دون التاثير على اعضاء التانيث •

وتتم المعاملة بالماء الساخن لمدة ١٠ دقائق تنخفض فيها الحرارة حوالى ٦ درجات مئوية لتصبح فى حدود ٤٢ م وهذه الدرجة تقتل حبوب اللقاح ايضا .

ويلزم لاجراء العملية تجهيز الادوات التالية قبل وصول النورة الى الطور المناسب للخصى بفترة كافية .

ا) صفيحة سعة جالون .
ب) ماسورة صفيح قطرها ١٠ ــ ١٢ سم طولها حوالى ٥ ــ ١٠ سم .
جـ) انبوبة مطاط مثل جزء من الاطار الداخل المستعمل فى عجل السيارات طوله حوالى ٥٠ سم .
د) حامل ثلاثى الارجل بطول النبات تقريبا .

ويعمل فى قاعدة الصفيحة فتحة مستديرة تساوى قطر الماسورة الصفيح التى تلحم فى الصفيحة لنحصل على مايشبه القمع يوصل باسفله جزء الانبوبة المطاط ويوضع القمع فوق الحامل حيث تمرر النورة داخل الانبوبة المطاط الى داخل القمع الصفيح بحيث تصبح قاعدة النورة فوق قاعدة الصفيحة بحوالى ٥ سم وتربط الانبوبة المطاط جيدا حول ساق النبات لمنع تسرب الماء الساخن .

يضاف الماء الساخن بدرجة الحرارة المطلوبة ويترك لمدة ١٠ دقائق بعدها يتم فك الرباط مع القمع باحتراس .

تغطى النورة بكيس من الجلاسين ذو حجم مناسب .

ب) التلقيح الصناعى :

يجرى التلقيح الصناعى للنورة المخصاة فى اليوم التالى لعملية الخصى ويتم كما يلى :

١) يكيس نبات الاب فى نفس اليوم الذى يتم فيه الخصى ولكن بعد انتشار حبوب اللقاح من النورة حتى نضمن ان الحبوب التى سيتم جمعها فى صباح اليوم التالى جديدة كاملة الحيوية .
٢) عند الجمع يتم الطرق على الكيس حتى تسقط به حبوب اللقاح .
٣) ينقل حبوب اللقاح من الكيس الى طبق بترى نظيف .
٤) تستعمل فرشة نظيفة لنقل حبوب اللقاح الى الازهار التى تم خصيها .
٥) يعاد تكييس نبات الام مع كتابة بيانات التهجين وتاريخه على البطاقة المعلقة على نبات الام .

التحكم فى تلقيح القطـــــن

تركيب الزهـــرة :

زهرة القطن تحاط من الخارج بثلاث وريقات خضراء تسمى قنابات Bracts وفى اليوم السابق لتفتح الزهرة تظهر بتلات التويج ملتفة حول بعضها • ويتكون التويج من ٥ بتلات منفصلة ومتراكبة ذات لون ابيض فى القطان الايلند الامريكية واصفر فاقع فى الاقطان المصرية كما تتميز الاخيرة بوجود بقع بنفسجية اللون عند قاعدة كل بتلة من الداخل • وتحتوى الزهرة على متاع مكون من ٣ ــ ٥ كرابـل ولهذا المتاع ميسم تحيط به الانبوبة السدائية كما تحتوى زهرة القطن على غدد رحيقية تجذب الحشرات اليها مما يؤدى الى حدوث نسبة من التلقيح الخلطـى تتوقف على درجة تركيز الحشرات فى المنطقة مثل نحل العسل ونحل الغـــاب وغيرها من رتبة غشائية الاجنحة Hymenoptra.

نظام التزهير :

هذا اليوم الاول لتكشف البرعم الزهرى (الوسواس)Square للعين المجردة يكون مغلفا بالقنابات Bracts حتى اليوم السابق لتفتح الزهرة ويسهل رؤية مثل هذه البراعم والتعرف عليها بقليل من الخبرة وحتى هذا اليوم تكون البتلات ملتفة حول بعضها ومغلفة لباقى اجزاء الزهرة تغليفا تاما لايسمح بدخـــــول حشرات ملقحة او حبوب لقاح غريبة الى داخل الزهرة •

وتتفتح الزهرة بانفراج البتلات وتباعدها عن بعضها وفى نفس الوقـــــت يتم نضج المتوك كما تزداد سرعة نمو القلم ويخرج حاملا الميسم الناضج خـارج الانبوبة السدائية وبذا يتم التلقيح الذاتى الطبيعى •

ويبدأ تفتح الازهار فى الصباح الباكر ويزداد مع تقدم ساعات النهار حـتى بعد الظهر ثم تقفل الازهار التى لم تتلقح وتتفتح فى اليوم التالى وتـــستمر الازهار قابلة للتلقيح مدة ٢ ــ ٤ أيام منذ بدء تفتحها • وبعد حدوث الاخصاب بيوم على الاكثر تذبل بتلات التويج والقلم والميسم وتسقط جميعها وينمو المبيض مكونا الثمرة (اللوزة Boll) •

يبدا تفتح الازهار فى الاقطان المصرية فى منتصف مايو وتقترب فترة التزهير من نهايتها فى منتصف يوليه • ونبات القطن الواحد قد يحتاج الى شهريــن او اكثر لكى تتفتح كل ازهاره كما ان عدد الازهار التى تتفتح يوميا علـــــى

النبات يحددها فترات التزهير الراسية (حوالى ٣ ايام) والافقية (حوالى ٦ أيام) وقد يتفتح على النبات الواحد من صفر — ٨ ازهار يوميا • وقد لوحظ ان نسبة العقد فى الازهار المبكرة اعلى بكثير منها فى الازهارالمتاخرة لذلك يفضل البدء فى عمليات التلقيح الذاتى الصناعى والتهجين الصناعى فى بدء موسم الازهار لضمان نسبة اعلى من الاخصاب ولضمان تفتح اللوز الملقح صناعيا قبل اصابته بديدان اللوز • ونظرا لوجود ظاهرة التساقط فى القطن فان المشتغلين بتربية القطن يضعون ذلك فى الحسبان عند تحديد عدد التلقيحات الصناعية التى سيعملونها •

التلقيح السائد :

التلقيح الذاتى هو السائد فى الطبيعة الا انه نظرا لان تركيب الزهرة يسمح بزيارة الحشرات فان نسبة التلقيح الخلطى الطبيعى مرتفعة (٥ — ٢٥ ٪) ولذلك يعتبر القطن ضمن مجموعة المحاصيل المشتركة الاخصاب •

التلقيح الذاتى الصناعى :

الغرض من هذه العملية هو حماية الاجزاء الاساسية للزهرة من التلوث بحبوب اللقاح الغريبة عن طريق الحشرات او الرياح • والبذرة الناتجة عن الزهرة مغطاة او محمية تعتبر بذرة ذاتية الاخصاب •

تجرى عملية التلقيح الذاتى الصناعى عادة ابتداء من الساعة الثانية عشرة ظهرا حتى الغروب • وكلما اقترب الموعد من وقت الغروب يسهل اجراء العملية لزيادة حجم البراعم الزهرية زيادة ملحوظة فى ذلك الوقت مما يترتب عليها سرعة تمييزها • وعادة تجرى هذه العملية على البراعم التى ستتفتح فى اليوم التالى وتكون ذات بتلات ملتفة حول بعضها على شكل مغزل ارتفاعه من ٥ر٢ — ٤ سم • وقد يلجأ البعض الى اجراء العملية فى الصباح الباكر من ٥ — ٨ صباحا فى نفس اليوم الذى ستتفتح فيه الزهرة ولكن قبل تفتحها وتجرى عملية الحماية التى تؤدى الى التلقيح الذاتى الصناعى بالطرق الاتية :

١) باستعمال محلول الاخصاب الذاتى : Selfing fluid

يعمل المحلول باذابة مادة خلات السليلوز Cellulose acetate او سليلوز الاقلام القديمة فى الاسيتون ثم يضاف اليها قليل من مادة الكارمين Carmine لاكسابه اللون الاحمر • يعبأ محلول الاخصاب الذاتى فى انبوبة اختبار (ضيقت فوهتها على مصباح بنزن) وتعمل عملية التلقيح الذاتى بادخال طرف البرعم الزهرى فى فوهة الانبوبة ثم تميل الانبوبة حتى تغطى

طرف بتلات البرعم بمحلول الاخصاب الذاتى ثم تعلق بطاقة ذات لون مميز فى عنق البرعم • وبعد قليل يتطاير الاسيتون تاركا طبقة جافة تلصق اطراف البتلات ببعضها وتمنع الزهرة من الانفتاح • بعد يوم او اثنين يسقط التويج وتصبح البطاقة التى علقت فى عنق الزهرة هى الوسيلة الوحيدة لتميز اللوزة التى اجرى عليها التلقيح الذاتى •

٢) طريقة البطاقة ذات السلك النحاس :

تستعمل بطاقة ذات لون مميز مثبت فى ثقبها سلك نحاس رفيع مزدوج طوله حوالى ١٥ ــ ٢٠ سم يلف جزء من طرف السلك حول قمة البرعم وجزء اخر حول عنق البرعم وبذلك يمنع الجزء الملفوف حول طرف البرعم التويج من التفتح كما يمنع الجزء الملفوف حول العنق البطاقة من السقوط على الارض عند سقوط التويج •

٣) طريقة الاقماع الورق :

يغطى البرعم كله بكيس من الورق على هيئة قمع (قرطاس) بان تزال القنابات ويغطى البرعم بالقرطاس بعد دهنه بقليل من عجينة النشا ثم تعلق البطاقة المميزة فى عنق البرعم •

٤) عند تعذر الحصول على اى من المواد والمعدات اللازمة السابق ذكرها يمكن تغطية البرعم الزهرى باكمله بكيس من الورق الكرافت ويثبت فى عنق البرعم بدبوس ويترك هذا الكيس مغلقا للوزة حتى جنيها •

التهجين الصناعى :

ا) الخصى :

الغرض من عملية الخصى هو منع حبوب لقاح الزهرة من تلقيح مياسمها وذلك بازالة الانبوبة السدائية من البرعم الزهرى قبل انفتاح المتك وانتشار حبوب اللقاح منها ويكون حجم البرعم هو نفس الحجم السابق وصفه فى الاخصاب الذاتى • (٢,٥-٤ سم)
تخصى البراعم الزهرية من الساعة ١٢ حتى الغروب من اليوم السابق لتفتحها وتزال الانبوبة السدائية بالطرق الاتية :

١) يعمل باظافر اليدين شق طولى فى الكاس والتويج على الأعمى او يخدش جدار المبيض ثم يزاد حجم هذا الشق تدريجيا وينزع التويج والانبوبة السدائية بعد ذلك باستعمال ابهام وسبابة اليدين •

٢) يعمل حز دائرى اسفل قمة الكاس بحوالى ٢ مم بموس او باظفر الابهام ثم يزال التويج من فوق الحز وبعد ذلك تنزع الأنبوبة السدائية بملقاط ذو طرف غير مدبب حتى لايجرح المبيض •

وعدم العناية والتانى فى عملية ازالة الانبوبة السدائية يؤدى الى تقصف القلم •

بعد ازالة الانبوبة السدائية يحمى عضو التانيث من التلوث بحبوب لقاح خارجية اما بتغطية البرعم الزهرى كله بكيس من ورق الكرافت مقاس ١٠ × ١٥ سم او يغطى الميسم والقلم بحوالى ٤ ــ ٥ سم من ماصات الصودا Soda straw المصنوعة من الورق • ويحكم وضعها حول القلم بلف قليل من القطن الشعر حول قاعدة القلم قبل وضع قطعة ماصات الصودا • وبعد ذلك يثنى طرفها العلوى بظفر الابهام وسبابة اليد اليمنى • ولسهولة تمييز الزهرة عند تلقيحها يوضع على الفرع الذى يحمل البرعم الزهرى شريط من القماش القديم Strags عقب الخصى ويزال هذا الشريط بعد عملية التلقيح •

ب) التلقيح الصناعى :

فى نفس الوقت الذى تخصى فيه الأزهار المؤنثة تحمى البراعم التى ستستعمل حبوب لقاحها فى التلقيح فى اليوم التالى باى طريقة من الطرق السابق شرحها والغرض من عملية الحماية هذه هو ضمان عدم تلوث حبوب اللقاح باى حبوب لقاح غريبة وحفظ حبوب لقاح الزهرة من التطاير بفعل الرياح •

وتجرى عملية التلقيح من الساعة ٩ ــ ١٢ صباحا ويجب عدم البدء بها قبل انفتاح المتك وانتشار حبوب اللقاح • فتنزع الازهار التى ستستعمل فى التلقيح من على نبات الاب وتزال البتلات او تثنى جانبيا وتمرر الانبوبة السدائية المغطاة بحبوب اللقاح على ميسم الزهرة المخصاة بعد ازالة اغطيتها • ولضمان نجاح عملية التلقيح يجب التاكد من تغطية الميسم تغطية كافية بحبوب اللقاح • ويمكن معرفة ذلك بالعين المجردة • بعد ذلك يعاد الغطاء على الزهرة ويعلق بعنقها بطاقة يكتب عليها رقم نبات الاب ونبات الام وتاريخ التلقيح وتترك هذه البطاقة حتى موعد قطفها حيث توضع فى كيس الجنى • وعادة يتساقط بعض اللوز المهجن صناعيا وقد تصل نسبة التساقط الى اكثر من النصف • لذلك يلجا بعض مربو القطن الى ازالة الازهار والبراعم الزهرية الاخرى على النبات الذى هجنت عليه بعض الازهار حتى يحصلوا على لوز مهجن كبير فى الحجم ذو بذور ممتلئة • ويعتقد البعض ان عملية ازالة الازهار الزائدة تؤدى الى زيادة نسبة العقد وقلة نسبة التساقط فى اللوز المهجن صناعيا •

وعادة تحتوى اللوزة فى الاقطان المصرية على ١٥ ــ ٢٠ بذرة • اما اللوزة المهجنة صناعيا فان عدد البذور بها يكون اقل من ذلك •

التحكم فى تلقيح الذرة الشاميـــة

تركيب النورة والازهار :

نظام التزهير :

تتميز ازهار نبات الذرة الشامية بانها وحيدة الجنس كما ان النباتـــات احادية المسكن فيحمل النبات نورة موءنثة قرب منتصفه ويحمل نورة مذكرة فـــى قمته • ولكل من النورة المذكرة والنورة الموءنثة نظام خاص فى التزهير له اهميتـه من ناحية التحكم فى تلقيح الذرة •

ويبدا تفتح ازهار النورة المذكرة Tassel بعد تمام خروجها مـــن غمد الورقة بيوم الى اربعة ايام وتتفتح الازهار الوسطية على المحور الرئيســـى للنورة ويتبعها السنيبلات التى اعلاها ثم التى اسفلها على المحور الرئيســـى • بعد ذلك تتفتح السنيبلات على افرع النورة بنفس الطريقة التى تتفتح بها على المحور الرئيسى • وتنتشر حبوب اللقاح بعد تطاير الندى وسطوع الشمس • ويبلغ انتشار حبوب اللقاح اقصاه من الساعة العاشرة صباحا حتى الساعة الواحدة ظهرا بعدها يقف انتشار اللقاح تماما حتى صبيحة اليوم التالى • وقد يستغرق انتشار لقاح النورة المذكرة الواحدة حوالى اسبوعين • ويبلغ انتاج النورة الواحدة من اللقاح فى المتوسط حوالى ٢٥ مليون حبة لقاح •

ويستدل على قابلية النورة الموءنثة للتلقيح من ظهور المياسم التى تعـرف باسم الحريرة او الشرابة Silks من اغلفة النورة Husks • واول المياسم فى الظهور هى مياسم الازهار التى قرب القاعدة ثم يليها مياسم الازهـــار فى الاتجاهين العلوى والسفلى واخر المياسم فى الظهور هى مياسم الازهـار العليا • من ذلك يتضح اهمية اختيار الوقت المناسب لتلقيح النورة الموءنثـة •

فالتبكير عن اللازم يؤدى الى اخصاب جزء صغير من الحبوب التى يحملها الكوز فى قاعدته كما ان التأخير فى التلقيح يؤدى الى اخصاب الازهار العليا فقط ٠

ومياسم الذرة قابلة للتلقيح قبل خروجها من اغلفة النورة ، وتظل قابلـــة للتلقيح بعد خروجها من الاغلفة مدة تتراوح بين ١٠ ــ ١٤ يوم ٠ ولكن وجد ان اعلى نسبة من الاخصاب تحدث عند التلقيح بعد ٣ ــ ٦ ايام من خـــروج المياسم من اغلفة الكوز ٠ وتتميز حريرة الذرة بقابليتها لتلقى حبوب اللقاح علـــى امتداد طولها ، لذلك فان جفاف اطارف المياسم لايعنى عدم قابليتها للتلقيح ، بل كثيرا ماتقرط قمة المياسم الجافة ثم يجرى التلقيح ٠ وعادة يبدا ظهور الشرابة بعد بدء تفتح ازهار السنبلة وانتشار حبوب لقاحها بحوالى ١ ــ ٤ ايام ٠

التلقيح السائد :

يؤدى اختلاف ميعاد انتشار حبوب اللقاح عن ميعاد استعداد مياســـم (الحرائر) نفس النبات للتلقيح الى تشجيع التلقيح الخلطى فى محصول الذرة ٠ تتراوح نسبة التلقيح الخلطى بين ٩٥ ــ ١٠٠ ٪ وعند زراعة نبات ذرة بمفـــرده معزولا عن نباتات الذرة الاخرى يمكن الحصول على نسبة من التلقيح الذاتى تتراوح بين ٤ ــ ٢٥ ٪ من ازهار النورة المؤنثة (الكوز) ٠ وتنتقل حبوب اللقاح بواسطة الهواء ٠ ولا شك ان هبوب الرياح يساعد على نقل حبوب اللقاح وتشجيـــع التلقيح الخلطى ٠ وارتفاع درجة الحرارة وجفاف الجو يسرع من انتشار حبوب اللقاح والهواء الحار الجاف يمكن ان يضر النورة المذكرة الى درجة انها قد لاتنشـــر حبوب اللقاح وربما تؤثر ايضا على الاخصاب حيث ان الهواء الحار الجاف يقلل نسبة الرطوبة فى المياسم الى الدرجة التى لاتمكن حبوب اللقاح من الانبات ٠

طرق التحكم فى التلقيح :

تختلف طرق التحكم فى تلقيح الذرة باختلاف الغرض الذى يجرى من اجله هذا التحكم ٠ فمثلا الطرق المتبعة لانتاج سلالات ، او لعمل الاختبارات الاولية تختلف عن الطرق المستعملة فى انتاج تقاوى الذرة الهجين للاغراض التجاريـــة٠ ففى برامج التربية عادة تحمى النورة المؤنثة من التلوث بحبوب لقاح غير الـــتى يحددها مربى النباتات ويكون ذلك بتكييسها ٠ كما تحمى حبوب اللقاح مـــن التلوث بحبوب لقاح غريبة بتكييس النورة المذكرة بكيس خاص فى اليوم الســـابق لاستعمالها ٠ ولكن حينما تكون الرغبة هو انتاج تقاوى الذرة الهجين تجاريـــا فعادة تزرع نباتات الاباء والامهات فى حقول معزولة ثم تزال النورات المذكـــرة من النباتات التى ستستعمل كأم ويترك للرياح مهمة نقل حبوب اللقاح مـــن النباتات المستعملة كأب الى النباتات المستعملة كأم فى الحقل ٠ وفيما يلى شرح موجز [illegible] المختلفة المتبعة :

حماية او تكييس النورة المؤنثة :

عقب خروج اغلفة النورة المؤنثة من غمد الورقة وقبل ظهور الحريرة يوضع كيس من الجلاسين مقاس ٨ × ٢٠ سم على النورة المؤنثة ويثبت الكيس فى مكانه بدفعه بقوة بين النورة المؤنثة وساق النبات • وعند خروج الحريرة من غمد النورة المؤنثة يسهل رؤيتها خلال الكيس الشفاف ، ويمكن تحديد الوقت اللازم لاجراء عملية التلقيح • وفى كثير من الحالات عند بدء ظهور المياسم يزال الكيس الجلاسين وتقرط حوالى ١ ـ ٢ سم من قمة اغلفة النورة المؤنثة ثم يعاد تكييسها بنفس كيس الجلاسين • وفى اليوم التالى تكون النورة المؤنثة مستعدة للتلقيح • وتمتاز طريقة قرط قمة النورة المؤنثة بانها تعطى مياسم جميعها حديثة ومتماثلة فى الطول وبذلك فان نسبة العقد تكون عالية وهذه الطريقة قد تنجح فى مصر • ويمكن اجراء هذه العملية فى اى وقت من النهار ولكن يفضل اجراؤها بعد الساعة الواحدة بعد الظهر ، لان انتشار حبوب اللقاح يقل فى ذلك الوقت وبذلك يقل احتمال حدوث تلقيح بحبوب لقاح غريبة •

حماية او تكييس النورة المذكرة :

تكيس النورة المذكرة التى يراد استعمالها كاب بكيس (منفاخ) من ورق الكرافت الكرافت او المانيلا مقاس ٤٠ × ٣٠ × ١٠ سم ويثبت الكيس باحكام حول قاعدة السنبلة بدبوس عادى • وعادة يفضل استعمال دباسة يدوية للسرعة والسهولة وقلة التكاليف • ويفضل تكييس النورة المذكرة فى اليوم السابق لعملية التلقيح بعد الساعة الواحدة بعد الظهر حتى يكون قد تم انتشار غالبية حبوب اللقاح التى ستنتشر فى هذا اليوم • وبذلك تكون جميع حبوب اللقاح المجموعة فى الكيس فى اليوم التالى حبوب لقاح جديدة حية لها القدرة على القيام بالاخصاب • اما حبوب اللقاح القديمة من اليوم السابق والتى قد تكون غريبة وتظل عالقة بالنورة المذكرة فانها ستفقد حيويتها عندما يحين موعد التلقيح فى اليوم التالى •

التلقيح الصناعى :

الغرض من التلقيح الصناعى هو نقل حبوب اللقاح من النورة المذكرة الى النورة المؤنثة • فعندما يراد اجراء التلقيح الذاتى فان حبوب اللقاح تنقل من النورة المذكرة الى مياسم النورة المؤنثة لنفس النبات • اما عندما يراد اجراء عملية التهجين فان حبوب اللقاح تنقل من النورة المذكرة لنبات الاب الى مياسم النورة المؤنثة لنبات اخر هو نبات الام •

وافضل وقت لجمع حبوب اللقاح من الساعة ١٠ ـ ١٢ صباحا ويجب عدم التبكير باجرائه فى الايام الغير صحوة او قبل تطاير الندى حتى نضمن انتشار اكبر كمية ممكنة من حبوب اللقاح . وتجرى هذه العملية بثنى النورة المذكرة المكيسة ثم يطرق على النورة باليد عدة طرقات كافية لفصل غالبية حبوب اللقاح المنتثرة وسقوطها فى الكيس . ثم يزال الدبوس ويزال الكيس من حول النورة المذكرة . ويجب المحافظة على حبوب اللقاح المجموعة فى الكيس من التلوث بحبوب لقاح غريبة بقفل فتحة الكيس ثم يزال الكيس الجلاسين من فوق النورة المؤنثة وبسرعة يسكب ما بالكيس الكرافت من حبوب لقاح فوق مياسم النورة المؤنثة ثم تغطى النورة المؤنثة بالكيس الكرافت ويثبت كيس الكرافت حول ساق النبات بدبوس لحين نضج الحبوب ، وذلك لحمايتها من الحشرات والفئران . ثم تكتب البيانات على بطاقة وتعلق بالنورة المؤنثة ، كما وقد يلجأ الى كتابة البيانات على الكيس الكرافت بدلا من البطاقات .

التلقيح بطريقة الزجاجة :

اقترح Jenkins هذه الطريقة للحصول على نسبة عالية من العقد خصوصا فى الحالات التى يجرى فيها التلقيح الذاتى . وتتلخص الطريقة فى حماية النورة المؤنثة بالطريقة السابق شرحها وعندما تصل طول المياسم ٣ ـ ٥ سم تقرط ويعلق فى ساق النبات من المعدن بواسطة سلك زجاجة صغيرة بها محلول مائى من كبريتيد الصوديوم بنسبة ١ : ٢٠٠٠ (ويمكن استعمال ماء فقط) ، ثم تقطع نورة النبات المذكرة ومعها ١٠ ـ ١٥ سم من حاملها ويغمس حامل النورة المذكرة فى الزجاجة مع مراعاة ان تكون النورة المذكرة فى وضع يسمح بانتثار حبوب اللقاح فوق مياسم النورة المؤنثة . ثم تغطى النورتان معا بكيس ورق كبير وتترك لمدة ٢ ـ ٣ ايام يتم خلالها تلقيح اكبر عدد ممكن من الازهار . بعد ذلك تزال النورة المذكرة والزجاجة وتكيس النورة المؤنثة بالكيس لحين تمام نضجها .

التلقيح باستعمال المفارات :

فى الحالات التى يراد فيها جمع حبوب اللقاح من عدد كبير من النباتات واستعمالها فى التلقيح كما هو الحال فى تلقيح الاخوة Sib-pollination ، تكيس النورات المذكرة فى اليوم السابق للتلقيح ثم تجمع حبوب اللقاح وتخلط فى اليوم التالى وتنخل لازالة المتك ، ويلاحظ استعمال منخل سلك مضى على استعماله على الاقل ٢٤ ساعة كلما تغيرت مصادر حبوب اللقاح . ثم تعبأ حبوب اللقاح فى عفارات اللقاح Pollen guns (مماثلة لعفارات المساحيق الحشرية) ويعفر بها مياسم النورات المؤنثة السابق تكييسها . وتكييس كل نورة مؤنثة عقب تلقيحها ويعلق بها البطاقة المدون عليها البيانات اللازمة .

الانتاج التجارى لهجن الذرة الشامية :

فى الانتاج التجارى لهجن الذرة الشامية يلزم الحصول على كميات كبيرة من بذور السلالات والهجن المختلفة • وبذلك لايمكن اجراء التلقيحات بواسطة اليد فى جميع مراحل التربية • تجرى التربية الذاتية باليد فقط فى اول برنامج التربية حتى يتم الحصول على سلالات التربية الذاتية • ونظرا لان هذه السلالات تكون اصيلة نوعا ما فى التركيب الوراثى فانه لاكثار هذه السلالات تجاريا يلجا الى زراعتها فى حقول منعزلة • ويتم فى الحقل المنعزل التلقيح بين نباتات السلالة الواحدة وبالتالى تكون كل الحبوب المتحصل عليها ناتجة من التلقيح بين الاخوة الاصيلة نسبيا فى التركيب الوراثى •وبالتالى يمكن اعتبار النواتج وكانها ناتجة عن تلقيح ذاتى صناعى • ويتم الاشراف على هذه الحقول المنعزلة ويستبعد اى تلوث قد يكون حدث فيها • ومن آن لاخر يتم تنقية سلالات التربية الذاتية واعادة تكوينها عن طريق التلقيح الذاتى الصناعى باليد •

انتاج الهجن الفردية : Single crosses

بعد اكثار السلالات A, B, C, and D كل منها فى حقل منعزل تزرع كل سلالتين فى حقل — منعزل ايضا — فى خطوط متبادلة ويتوقف عدد خطوط الامهات الى عدد خطوط الاباء على قوة التزهير ونثر حبوب اللقاح فى السلالة الاب • واذا كانت السلالة الاب ضعيفة فى هذه الصفة فيزرع حقل انتاج الهجن الفردى بخط من السلالة الام يجاوره خط اخر من السلالة الاب وهكذا • وقبل التزهير تزال السنبلة من نباتات خطوط الامهات فقط • وبالتالى تكون جميع البذور المتكونة على النباتات المخصاة ناتجة عن تهجين من نباتات السلالة الاب التى لم تخصى • وبهذه الطريقة يتم الحصول على الهجين الفردى A X B وكذلك الهجين الفردى C X D • ومن الطبيعى ان تكون حقول انتاج الهجن الفردية تحت اشراف المسئولين عن انتاج تقاوى الذرة منذ وقت الزراعة حتى الحصاد لكى لايحدث اى خطأ • كما وان البذور المتكونة على نباتات الاباء فى حقل انتاج الهجن الفردية يجب استبعادها لانها ناتجة من تلقيح بين الاخوة (نباتات نفس السلالة الاب) وليست ذرة هجين •

انتاج الهجن الزوجية : Double crosses

يستخدم نفس طريقة انتاج الهجن الفردية تجاريا فى انتاج الهجن الزوجية الا انه نظرا لان نباتات الهجن الفردية تكون قوية فى نموها فانه يلجا فى هذه الحالة الى زراعة خطوط الامهات الى الاباء من الهجن الفردية بنسبة ٢:١

وقد تزرع بنسبة ١ اب ، ٤ امهات او اكثر • ويتوقف ذلك على مدى قوة نمو وتزهير الهجين الفردى الاب • وفى كثير من الحالات قد يزرع خط من الهجين الفردى (A X B مثلا) يتبادل مع ٤ خطوط من الهجين الفردى الاخـــر (C X D) ••• وهكذا • وقبل التزهير تزال النورات المذكرة من خطوط الامهات وتترك هذه لتتلقح من خطوط الاباء والبذور المتكونة على خطوط الامهات بعدئذ تكون هى مايسمى بالبذرة الهجين (الهجن الزوجية) التى تعطـــــى لتزرع بواسطة الفلاح لمدة جيل واحد فقط ويتخلص من البذور المتكونة على خطوط الاباء حيث تكون ناتجة عن تلقيح الاخوة من الهجين الفردى الاب •

استخدام العقم الذكرى فى انتاج الهجن :

نظرا لكثرة التكاليف الناتجة عن خصى الامهات فى حقول انتاج الهجـــن الفردية والهجن الزوجية ، فغالبا ما يستعاض عن ذلك بادخال العقم الذكرى الى الامهات فتكون حبوب لقاحها عقيمة وليس هناك داعى لخصيها فى الحقـل• (راجع العقم الذكرى فى مقدمة التحكم فى التلقيح) • ولكن فى هذه الحالة لابد من ان تكون احدى السلالات ــ على الاقل ــ المستخدمة فى انتاج الهجـــن الفردية حاملة لعوامل وراثية معيدة للخصوبة فى النباتات الناتجة عن البـــذور الهجينية • وبالتالى يكون احد الهجن الفردية خصب الذكر ونسبة من بـــذور الهجين الزوجى تنتج نباتات خصبة الذكر ايضا •

بين كيف يستخدم العقم الذكرى فى انتاج الهجن الفردية والزوجية ، ثم كيفية اكثار السلالات حينما تكون عقيمة الذكر •

التحكم فى تلقيح قصب السكر

التزهير فى قصب السكر غير مرغوب فيه من الناحية التجارية الا انه مهم من ناحية التربية لان التكاثر البذرى يعطى فرصة لظهور تراكيب وراثية جديدة يمكن الاستفادة بها فى برامج التربية •

العوامل المؤثرة على تزهير نباتات القصب :

يؤثر على دفع نباتات القصب للتزهير والحصول على بذور مخصبة عوامل عديدة منها : عمر النبات — الفترة الضوئية — درجات الحرارة القصوى والدنيا — الرطوبة — ارتفاع الرطوبة بالانسجة — التغذية المناسبة •

ولكى يصل نبات القصب الى مرحلة التزهير لابد من تكوين عدد لايقل عن ثمان ورقات بالنبات حيث يدل ذلك على دخول النبات فى مرحلة النضج ويمكن دفعه للازهار •

ويبقى بعد ذلك تاثير العوامل الاخرى ، فالمستويات العالية من النيتروجين تقلل او تمنع التزهير عن طريق تأخير نضج النباتات وتدل الدراسات الكيماوية الحيوية على ان نسبة الكربون الى النيتروجين ذات اهمية كبيرة فى عملية التزهير حيث لاتتعدى نسبة النيتروجين فى النبات ٥ر١٪ وخاصة فى القمة النامية وفى الاوراق الحديثة حتى يمكن دفعه للتزهير •

وتعتبر الرطوبة عامل حيوى هام فى عملية التزهير فنجد انها تقلل من ناتج البناء الضوئى للنباتات وبالتالى تجعل النبات يتجه الى انتاج اكبر كمية من الازهار ، كما ان الرطوبة تنشط عملية التحول الغذائى من الاوراق الى القمة ومن الجذور الى الاوراق وبالتالى تؤدى الى انتاج اكبر كمية من الازهار •

وفى البلاد التى يكون التزهير بها غزيرا جدا يضطر القائمين بتربية القصب الى قطع بعض الجذور لتقليل عملية التحول الغذائى وبالتالى عدم التزهير ويظهر تاثير الرطوبة بوضوح فى الحقول التى يراد فيها وقف عملية التزهير اذ يمنع الرى فى مثل هذه الاراضى فى موسم التزهير وبالتالى تزهير النباتات •

تركيب النورة والازهار :

نورة القصب سنبلة غير صادقة Open panicle ذات شمراخ وسطى يحمل فروعا جانبية وهذه تحمل بدورها فروعا ثانوية وكل فرع مقسم الى عقد وسلاميات ويحمل الفرع الوسطى وفروعه حوالى مائة الف زهرة توجد كل زهرتين

داخل قنبعتين وتسمى هذه الوحدة سنيبلة ، أحدى الازهار جالسة والاخرى ذات عنق ، ويوجد اسفل الزهرة مجموعة من الشعيرات • وتتكون زهرة القصب من ثلاث قنابع احدهما قنبعة خارجية والاخرى داخلية والثالثة عقيمة وفليستين وثلاثة متوك ومبيض ذو ميسمين ريشيين وافضل الازهار للتلقيح هى الازهار الوسطية من النورة •

نظام التزهير :

عند تزهير نبات القصب تستطيل السلاميات الطرفية ويزيد طول الاغماد وتقصر انصالها ثم يغطي غمد الورقة الطرفية النورة حتى يحين ميعاد ظهورها ويعقب ذلك تفتح الازهار • وتبدأ الازهار فى التفتح من أعلى النورة الى اسفلها ومن اطراف الحوامل الزهرية الى الشمراخ الوسطي وتتفتح الازهار فى الصباح المبكر بين الساعة الخامسة الى السادسة وتستمر الازهار متفتحة لمدة تختلف من نصف ساعة الى بضع ساعات (خمس ساعات) ، ويستمر التزهير فى النورة لمدة ٧ — ١٤ يوما باختلاف الصنف والظروف البيئية وطول النورة ، وتتفتح الازهار الطرفية لنورات الاصناف المبكرة بمجرد ظهور طرف النورة بينما يتاخر تفتح الازهار الطرفية حتى تكشف النورة فى الاصناف المتوسطة التبكير اما فى الأصناف المتاخرة النضج فيتاخر تفتح الازهار الى مابعد ظهور النورة باكملها •

ويتم تفتح الازهار بانتفاخ الفليسات وضغطها على القنبعتين (العصيفة والاتب) ثم تستطيل الخيوط حاملة المتوك خارج الزهرة بينما تتفرع شعيرات الميسم وتصبح مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح •

التهجين الصناعى :

ويعترض اجراء عملية التهجين الصناعى فى القصب صعوبات منها صغر ازهار القصب من جهة وان النورة الواحدة تحمل مايقرب من مائة الف زهرة من جهة اخرى مما يجعل اجراء عملية الخصى للازهار شاقة جدا وقد اجريت عدة محاولات للتغلب على هذه الصعوبات منها اختيار نبات الام من اصناف عقيمة الذكور وزراعتها فى مكان منعزل لمنع التلقيح الطبيعى ثم تؤخذ نورات الاب مع اجزاء كبيرة من العيدان وتربط بنبات الام بحيث تعلوها فى الوضع وتغمس قواعدها فى محلول حمض الفوسفوريك او الكبريتوز بنسبة ١٠ر ، ٣ر٠ فى المائة على الترتيب مع زيادة كمية المحلول كل يوم على ان يستبدل المحلول كل اسبوع مع قطع جزء من قاعدة كل نبات من نباتات الاب • وتستمر عملية التلقيح من ٧ الى ١٤ يوما وتنضج البذور بعد حوالى شهر من التلقيح •

وتعترض هذه الطريقة عدة صعوبات منها :

ا) ضرورة استخدام سلم للوصول الى نورات الامهات وتثبيت نورات الاباء عليها .

ب) احتياج المحلول الى تغيير من وقت لاخر وضبط رقم الحموضة فى المحلول .

جـ) جفاف بعض النورات .

ولذلك ادخل معهد تربية القصب فى كوامبتور بجنوب الهند عدة تعديلات على هذه الطريقة . وآخر هذه التعديلات هو تكوين جذور Rooting فى العقد الطرفية من الميدان قبل موعد خروج النورات وذلك باحاطة عقدة او اثنين من اعلى العود بقماش من الالكاثين Alkathene او البوليثيلين Polyethlene وملء الفراغ بين القماش وجزء العود من التربة المنداة بالماء وسرعان ماتتكون الجذور دون الحاجة لاعادة تندية التربة وعندما يتكون المجموع الجذرى لدرجة مناسبة ويظهر ذلك من القماش الشفاف ، يقطع الجزء العلوى من الساق من اسفل المنطقة التى تكونت فيها الجذور ويزرع كل نبات فى اصيص او فى المكان المنعزل حيث يستكمل نموه وتخرج النورة وتكون فى متناول اليد لعمل التهجين .

وعند استعداد النورات الام للتلقيح تجمع نورات الاب قبل شروق الشمس وتترك فى مكان محكم حتى تتفتح المتك وتجمع حبوب اللقاح ثم تنثر على نورات الام عدة مرات حتى يتم خروج نورة الام باكملها ، وتغطى بعد ذلك باكياس من السلوفان بدلا من قماش الموسلين او اكياس الورق كما كانت تستخدم من قبل ، وذلك لمنع حبوب اللقاح الغريبة أثناء عملية التلقيح فتترك الى أن يتم نضج البذور وتجمع وتحفظ بطريقة خاصة .

وفى محطة بحوث القصب فى بوزا Pusa بشمال الهند امكن الاستغناء عن عملية تكوين الجذور واستبدلت باخذ الاجزاء العلوية من نباتات كل من الاباء والامهات قبل موعد خروج النورات وزراعة نباتات الام ونباتات الاب كل على حدة بحيث تتبادل الاباء مع الامهات وتوضع اجزاء الميدان هذه فى ارض الزراعة فى وضع افقى مع جعل اطراف الميدان الى اعلى وسرعان ماتستقيم هذه الاطراف وتستكمل النباتات نموها . وعند بدء ظهور النورات توضع نورات الاب مع الام المجاورة لها فى كيس من ورق السلوفان ، وتحرك نورات الاب برفق على نورات الام فتسقط حبوب اللقاح على المياسم ويكرر ذلك عدة مرات حتى يتم الاخصاب .

وقد تجمع نورات الاباء وتعرض للشمس حتى تتفتح المتك وتجمع حبوب اللقاح وتوضع فى ماء مقطر وتصفى خلال سلك دقيق ويؤخذ المحلول المصفى وبه حبوب اللقاح فى جهاز الاوتوميزر وترش به نورات الام عدة مرات خلال بضعة ايام حتى تستكمل النورات ظهورها ثم يغطى بالاكياس لمدة ٢٠ يوما .

وتنضج البذور عادة بعد حوالى شهر من التلقيح ويعرف ذلك ببدء تطاير البذور من اطراف النورات وتجمع البذور بعد الظهر ، وعند جفاف الجو يكون جمع النورة فى مدة اسبوع تهما لدرجة نضج بذورها وتجفف البذور لمدة اسبوع ثم تعبأ فى اكياس الالكاتين .

دفع نباتات القصب للتزهير فى مصر :

اجريت دراسات على اسباب عدم ازهار القصب فى مصر اتضح بان الظروف الجوية من حرارة ورطوبة غير ملائمة علاوة على عدم التحكم فى العوامل الداخلية الفسيولوجية للنبات (النيتروجين ــ الماء) وذلك فى الوجه القبلى وكان من نتائج هذه الدراسات انه امكن دفع نباتات القصب تحت الظروف الصناعيــــة فى صوبة قسم بحوث المحاصيل السكرية (مركز البحوث الزراعية) بالجيزة الى التزهير واجراء الهجن المناسبة سنة ١٩٧٠ ، وكذلك استطاع قسم بحوث المحاصيل السكرية ان يدفع معظم اصناف القصب العالمية والتجارية الى التزهير تحت الظروف الطبيعية فى مزرعة الصباحية بالاسكندرية وكانت نسبة نجاح التزهير تصل الى ٩٠ ٪ من الاصناف المزروعة ولعل نجاح تزهير القصب طبيعيا فى الاسكندرية يرجع الى توفر الرطوبة العالية فى موسم التزهير ــ درجات الحرارة العظمى ــ درجات الحرارة الدنيا ــ اعلى من اى منطقة اخرى ــ الفترات الضوئية مناسبة ــ علاوة على وجود الامطار خلال موسم التزهير وما له من اثر فى تنشيط خروج النورة بالاضافة الى العناية بتسميد النباتات بالتسميد الازوتى والفوسفاتــــى والبوتاسى حتى وصل عمر النباتات عشرة شهور ثم بدأت عمليات الغسيل بالرى الغزير ابتداء من اغسطس بمعدل مرة كل ٥ ايام وذلك للعمل على ازالــــة الزائد من الازوت بالتربة وبالتالى تزيد كمية الكربوهيدرات عن الازوت بجانب توفير الرطوبة اللازمة للازهار ونتيجة لذلك بدأت ظهور علامات التزهير فى اكتوبر وباستمرار الرى بهذا المعدل ظهر طور العقم فى شهر نوفمبر وظهر طــــور ظهور بداية النورة فى ديسمبر وفى يناير ١٩٧٢ وصلت خمسة اصناف الى طور النورة وذلك من ٢٢ صنف زرعت فى مزرعة الصباحية بالاسكندرية فى سبتمبـــر سنة ١٩٧٠ وتاكد نجاح تزهير القصب فى الاسكندرية فى الموسم التالى حيث دفع ٤٥ صنف للتزهير من ٥٠ صنف .

وبالنسبة لتزهير القصب صناعيا فى الجيزة فقد تم ذلك بعد توفيــــر درجات الحرارة العظمى والدنيا المناسبة لدفع النباتات للتزهير وهى ٣٠ م ، ٢٠ م على التوالى ودرجات الرطوبة الجوية ٨٥ ــ ٩٠ ٪ ونقلت النباتات الى الصوبة فى العمر المناسب والتحكم فى العوامل الداخلية (الفسيولوجية) للنبات .

ومن ناحية الاضاءة فهى مناسبة فى مصر وذلك لانها تقع بين خطى عرض ٢٣ ـ ٣١ وبالتالى فالضوء ليس مشكلة بالنسبة لتزهير القصب فى مصـــــــر (٥ر١١ ـ ١٢ ساعة) .

التحكم فى تلقيح البرســـيم

تركيب النورة والازهار :

نظام التزهير :

تحمل نورات البرسيم على سيقانه فى اباط الاوراق او فى طرف الساق وبذلك يوجد على النبات نورات ابطية واخرى طرفية وعادة تتفتح النورات الطرفية اولا ثم النورات الاخرى بعد ذلك . وتحمل نورة البرسيم الابطية من ٣٠ ـ ٩٠ زهـــرة اما النورة الطرفية فتحمل من ٥٠ ـ ١٢٠ زهرة . وتحمل الازهار على النـــورة فى محيطات ويبدأ المحيط السفلى فى التزهير اولا ويتبعه المحيطات التى تليـه فى الاتجاه العلوى بالتتالى . وتحتاج النورة من ٥ ـ ١٠ ايام لكى تتفتح جميع ازهارها . كما يحتاج النبات الواحد من ١٥ ـ ٢٨ يوم لكى تتفتح ازهاره .

التلقيح السائد :

زهرة البرسيم فراشية يتكون كأسها من ٥ سبلات ملتحمة والتويج من ٥ بتلات (علم وجناحان وزورق) . وعضو التذكير يتكون من انبوبة سدائية بها ٩ اسديـــة ملتحمة وسداة عاشرة منفصله ، ويتكون عضو التانيث من كربلة واحدة بها بويضتان .

يبدا انتشار حبوب اللقاح من المتك قبل تفتح الزهرة بحوالى ٢٤ ساعــة حيث تتراكم حبوب اللقاح بين بتلتى الزورق وفى مستوى اوطى من مستوى الميسم الذى يصبح قابلاً للتلقيح بعد تفتح الزهرة باربع وعشرين ساعة ، على ان وصول حبوب اللقاح للميسم لايتم الا بعد زيارة الحشرات الملقحة التى تضغط على بتلة العلم فينفرج الزورق وتخرج الاعضاء الاساسية للزهرة من داخله بقوة وترتطم بجسم

الحشرة (ظاهرة Tripping) . عندئذ تكون هناك فرصة لانتشار حبوب اللقاح من نفس الزهرة على الميسم وكذلك حبوب لقاح غريبة من ازهار اخرى . ولذلك فان التلقيح الشائع فى البرسيم هو التلقيح الخلطى ومما يساعد على حدوثه ايضا وجود ظاهرة التنافر الذاتى . ولكن هناك فرصة لحدوث التلقيح الذاتى ايضا ولكن نسبة الاخصاب الذاتى تختلف بين النباتات بدرجة كبيرة .

الاخصاب الذاتى الصناعى :

تكيس النورات قبل تفتح الازهار بكيس من الجلاسين مقاسه ٥ × ١٠ سم ولكن يفضل ان يكون مصنوعا من قماش الموسلين المانع للحشرات . فاذا ترك الكيس وشانه فاننا نحصل على نسبة ضئيلة جدا من البذور ذاتية الاخصاب قد تصل الى ١ % . وتتوقف هذه النسبة على درجة التنافر الذاتى . ولزيادة البذور المخصبة ذاتيا تبرم النورة بين السبابة والابهام عدة مرات وتسمى هذه العملية Rolling وهى تؤدى الى اطلاق الاعضاء الاساسية للزهرة من الزورق وانتشار حبوب اللقاح على الميسم وتعرف هذه العملية باسم الاطلاق Tripping ويمكن اجراء هذه العملية ايضا بالضغط على قمة زورق كل زهرة بخلة الاسنان .

التهجين الصناعى :

فى الحالات التى يكون التنافر الذاتى فيها تاما (اى ١٠٠% تنافر ذاتى) لاداعى لاجراء عملية الخصى . وفى هذه الحالة يوضع النباتين المراد تهجينهما بجوار بعض تحت قفص سلك ويدخل بعض حشرات نحل العسل داخل القفص لتقوم بعملية التلقيح . ويجب غسل النحل بوضعه فى انابيب اختبار وملئها وتفريغها بالماء عدة مرات قبل وضعه فى الاقفاص .

الخصى :

ا) الخصى اليدوى :

تزال الازهار من المحيطات العليا للنورة بحيث يبقى ٦ ــ ١٠ زهرات من المحيط السفلى (ويتم ذلك فى اول يوم من الازهار) ثم تزال المتك من كل زهرة بواسطة ملقط رفيع يدخل اولا بين العلم والزورق فيساعد على انفراج الزورق وخروج الاعضاء الاساسية حيث تزال المتك ثم تكيس الزهرة .

ب) الخصى بطريقة الشفط : Suction

تزال الازهار المتفتحة على النورة والازهار الصغيرة جدا بحيث يبقى على النورة حوالى ١٥ ــ ٢٠ زهرة حديثة التنشف . وتزال المتك باستعمال مضخة

ماصة يركب عليها خرطوم طويل بطرفه انبوبة زجاجية رفيعة جدا (مثل القطارة) يدخل طرف الانبوبة الزجاجية بين بتلتى الزورق لتشفط المتك ، وتقوم بتمزيق الغشاء المحيط بالميسم Tripping . وبعد الانتهاء من شفط متك جميع الازهار التى على النورة يجرى تلقيحها . وينصح بغسل النورة بالماء بعد شفط حبوب لقاحها لازالة اى حبوب لقاح منتشرة وذلك قبل القيام بعملية التلقيح ثم تكيس النورة .

جـ) الخصى الجماعى بواسطة الكحول :

تجهز النورة للخصى الجماعى بالكحول باختزال عدد ازهارها ثم قص قطعة صغيرة من قمة كل زهرة . وتؤدى هذه العملية الى عمل الـ Tripping وسهولة تعريض المتك للكحول . ثم تغمس النورة فى كحول ايثايل ٥٧ ٪ لمدة ٥ ثوان ثم تغسل النورة فى كاس به ماء ولا مانع من تجفيف النورة بعد ذلك بامرار تيار من الهواء عليها وبذلك تصبح النورة قابلة للتلقيح .

التلقيـــح :

تكيس نورة نبات الاب قبل ازهارها لمنع تلوثها بحبوب لقاح غريبة . وعند تمام الازهار تجمع حبوب اللقاح من النورة المستعملة كاب بواسطة خلة اسنان ويفضل استعمال خلة طرفها خشن او مصنفر ويتم التلقيح بعد ١ ــ ٢ ايام من الخصى حيث تدخل حبوب اللقاح الى داخل الازهار التى تم خصيها بواسطة ابرة رفيعة . وبعد الانتهاء من تلقيح جميع ازهار النورة تكيس وتعلق بها البطاقة المسدون عليها البيانات . وعند مقارنة طرق الخصى المختلفة ، وجد ان طريقة الخصـــى بالكحول تعطى بذور هجينية ١٠٠٪ ولكن نسبة العقد تكون قليلة . اما طريقة الخصى بالامتصاص او الامتصاص المتبوع بالغسيل بالماء فانها تعطى نسبة اعلـــى من العقد ونسبة اعلى من البذور الذاتية الاخصاب . لذلك فان استعمال اى من الطريقتين متوقف على كمية البذرة الهجينية المراد الحصول عليها ومقـــدار الضرر الذى يحدث نتيجة لوجود بذرة ذاتية الاخصاب . فاذا كان وجود كمية قليلة من البذور ذاتية الاخصاب لايوثر على النتائج يفضل اتباع طريقة الشفط ، اما اذا كان الغرض الحصول على بذرة هجينية ١٠٠ ٪ فلابد من اتباع طريقـــة الخصى الجماعى بالكحول او الخصى باليد .

تباين صفات المحاصيل
Variations

بعض الصفات يمكن وصفها وتحديدها بسهولة بمجرد النظر اليها بالعين المجردة مثل صفة وجود او غياب سفا سنابل القمح وصفة وجود البقعة السوداء على تويج زهرة الفول ولون الحبوب والمقاومة للصدا وغيرها فمثل هذه الصفات تسمى بالصفات الوصفية Qualitative characters

وبدراسة هذه الصفات (الوصفية) دراسة دقيقة يلاحظ ان الاختلافات بين النباتات فى احدى هذه الصفات هو تباين متقطع Discontinuous او غير متصل كما ان هذه الصفات تتميز بان تاثرها بالعوامل البيئية قليل كما ان اغلب الدراسات الوراثية دلت على ان ظهور او غياب هذه الصفات يرجع الى عدد قليل من العوامل الوراثية (زوج او زوجين) .

اما غالبية صفات المحاصيل الهامة من الناحية الانتاجية والتى يوليها مربو النباتات النصيب الاكبر من العناية مثل تاريخ التزهير وارتفاع النباتات وصفة كمية المحصول والتى تستعمل المقاييس او الموازين المختلفة فى تقديرها فهى صفات كمية Qualitativeor metric charactors . وتدل دراسة هذه الصفات (الكمية) على ان الاختلافات بين النباتات تكون غير متقطعة او مستمرة Continnous بمعنى انه اذا عمل لها توزيع تكرارى فان المنحنى الذى يمثل الصفة يكون منحنى مستمر . كما دلت الدراسات الوراثية على ان هذه الصفات الكمية تتأثر فى وراثتها بعدد كبير نسبيا من العوامل الوراثية كما ان للعوامل البيئية المختلفة تاثير ملحوظ عليها .

وتعتمد دراسة الصفات الكمية على الطرق الاحصائية لتحديد مقدار التباين كما يلى :

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma f(X-\bar{X})^2}{n-1}$$

او

$$\frac{\Sigma f X^2 - \frac{(\Sigma fx)^2}{n}}{n-1}$$

حيث ان σ^2 = التباين Variance

$\bar{X}$ = المتوسط الحسابى

f = تكرار الافراد ذات القيمة الواحدة

n = عدد الافراد الكلى

ويمكن حساب $\bar{X}$ من المعادلة

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f x}{n}$$

مكونات التباين المظهرى : Components of phenotypic variances

لاشك ان اى صفة من الصفات الوراثية Hereditary charactar تنتقل من جيل لاخر عن طريق انتقال عواملها الوراثية وان مظهر اى صفة phenotype هو النتيجة النهائية لتفاعل العوامل الوراثية او التركيب الوراثى Genotype مع عوامل البيئة الداخلية أو السيتوبلازم وعوامل البيئة الخارجية من حرارة ورطوبة وضوء ومواد غذائية وغيرها • ووجود العوامل الوراثية وحدها مع عدم توفر الظروف البيئية الملائمة لايؤدى الى اظهار الصفة فمثلا يلاحظ ان اصناف الذرة البيضاء تعطى حبوبا بيضاء اللون اذا تم نضج الحبوب وهى مغطاة باغلفتها وبذلك تكون محمية من اشعة الشمس المباشرة واذا ازيلت هذه الاغلفة اثناء امتلاء الحبوب وجفافها فان الحبوب تتلون باللون الاحمر • ويدل هذا المثال على ضرورة وجود البيئة المناسبة وهى تعرض الحبوب لضوء الشمس لكى يظهر اللون الاحمر كما انه أذا غلبت العوامل الوراثية التى تؤدى الى ظهور هذا اللون مع توفر اشعة الشمس فان اللون الاحمر لن يظهر • وعلى ذلك فيمكننا ان نقول ان ما يورث هو العوامل الوراثية التى لها القدرة على انتاج صفة معينة اذا توفرت لها الظروف البيئية الملائمة لاظهار الصفة •

مما سبق يتضح ان الاختلاف فى مظهر الصفة يرجع الى التاثير البيئى اوالتاثير الوراثى او كليهما معا — ويعبر عن هذه العلاقة بالمعادلة التالية :

$$V_P = V_G + V_E + V_{GE}$$

حيث ان V_P = التباين المظهرى

V_G = التباين الوراثى

V_E = التباين البيئى

V_{GE} = التباين للتفاعل بين الوراثى والبيئى

هذا ويعتبر التباين الحادث فى نباتات صنف واحد ذاتى التلقيح تباين بيئيا وذلك لانه من المفروض ان هذه الاصناف على درجة عالية من النقاوة وان نباتات كل صنف متماثلة فى تركيبها الوراثى • وعندما تهجن اصناف مختلفة فى تركيبها الوراثى فى برامج التربية فان نباتات الجيل الاول تكون متماثلة فى تركيبها الوراثى ايضا مثل الاباء ، اما نباتات الجيل الثانى ونباتات الاجيال الانعزالية فان

تركيبها الوراثى يكون مختلف ، لذلك فان التباين الذى يلاحظ داخلها يعزى الى الاختلاف فى العوامل الوراثية واختلاف فى العوامل البيئية معا

ويمكن بدراسة تباين الاباء (V_{P_1} ، V_{P_2}) والجيل الاول V_{F_1} والجيل الثانى V_{E_2} واتباع بعض الطرق الاحصائية فصل التباين البيئى V_E عن التباين الوراثى V_G

ويمكن حساب التباين البيئى من تقدير متوسط تباينات الاب الاول (V_{P_1}) والاب الثانى V_{P_2})والجيل الاول الهجين بينهما V_{F_1} حيث يعتبر ذلك افضل تقدير لهذا التباين

$$V_E = \frac{V_{P_1} + V_{P_2} + V_{F_1}}{3}$$

ويمكن حسابه كذلك من المتوسط الهندسى كما يلى :

$$V_E = \sqrt[3]{V_{P_1} \times V_{P_2} \times V_{F_1}}$$

اما تباين الجيل الثانى فانه يشمل تباين وراثى وتباين بيئى فاذا طرح منه التاثير البيئى يكون المتبقى هو مقدار التباين الوراثى

$$V_{F_2} = V_G + V_E$$

$$\therefore V_G = V_{F_2} - V_E$$

مكونات التباين الوراثى : Componeats of genetic Farianae

يوجد ثلاث انواع من التباين الوراثى :

١) التباين الوراثى التجميعى : Additive portion

حيث ان استبدال اليل ما باخر ينتج عنه زيادة او نقص فى القيمة الوراثية بصرف النظر عن الجينات الاخرى الموجودة .

التركيب الوراثى	AA	Aa	aa
القيمة الوراثية	7	5	3

اى ان كل اليل A يضيف وحدتين الى القيمة الوراثية .

٢) تباين وراثى يرجع للسيادة : Dominance

وهو ينتج من التفاعلات بين اليلات موقع واحد فاذا كان الاليل A سائد على a فان التركيب Aa يعطى نفس القيمة الوراثية للتركيب AA

التركيب الوراثى	AA	Aa	aa
القيمة الوراثية	4	4	2

٣) تباين وراثى تفاعلى : Epistatic

وهو مصحوب بتفاعل بين اليلات جينات مختلفة وشرط يكون القيمة الوراثية المصاحبة للتركيب الوراثى فى احد المواقع الجينية تكون متاثرة بالتركيب الوراثى فى الموقع الاخر .

فاذا فرضنا انعزال زوج واحد من العوامل الوراثية (Aa) فى الجيل الثانـــى F_2 وان الشكل التالى يمثل العلاقة بين التراكيب الوراثية المختلفة الناتجة فى F_2

aa ——— M ——— Aa ——— AA

ha

-da ——— + da

وان قيمة التركيب AA هى (da) والتركيب aa هى (-da) والتركيب Aa هو (ha) وذلك على اساس ان نقطة M فى الرسم هى عبارة عن متوسط القيمة بين تاثير AA ، aa ويمكن حساب المتوسط والتباين للجيل الثانى بالطريقة التالية :

		aa	Aa	AA
التركيب الوراثى		aa	Aa	AA
التكرار	(F)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
القيمة	(X)	-da	ha	da

المجموع $(\Sigma fX) = \frac{1}{4}da + \frac{1}{2}ha - \frac{1}{4}da = \frac{1}{2}ha$

المتوسط = $\frac{\frac{1}{2}ha}{I} = \frac{1}{2}ha$

التباين = $\frac{1}{4}(da)^2 + \frac{1}{2}(ha)^2 + \frac{1}{4}(-da)^2 - (\frac{1}{2}ha)^2$

= $\frac{1}{4}da^2 + \frac{1}{2}ha^2 + \frac{1}{4}da^2 - \frac{1}{4}h^2_a$

= $\frac{1}{2}da^2 + \frac{1}{4}ha^2$

وفى حالة وجود n زوج من العوامل فان التباين الوراثى فى الجيل الثانى يساوى

$$\frac{1}{2}(da^2 + d_b^2 + \dots d_n^a) + \frac{1}{4}(ha^2 + h_b^2 \dots h_n^2) .$$

وبذلك يكون تباين الجيل الثانى

$$V_{F2} = \frac{1}{2}(da^2 + d_b^2 + \dots d_n^2) + \frac{1}{4}(ha^2 + h_p^2 \dots h_n^2) + E .$$

$$V_{F_2} = \frac{1}{2}Ed^2 + \frac{1}{4}Eh^2 + E .$$

وللسهولة يرمز له

$$D = Ed^2$$
$$H = Eh^2 .$$

وبذلك يكون

$$V_{F_2} = \frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E$$

ويمكن اتباع نفس الطريقة اثبات ان

$$V_{B_1} + V_{B_2} = \frac{1}{2}D + \frac{1}{2}H + 2E$$

حيث ان V_{B_1} = تباين الجيل الرجعى للاب الاول

V_{B_2} = تباين الجيل الرجعى للاب الثانى

واذا ضرب تباين الجيل الثانى X ٢ وطرح منه تباين الجيلين الرجعيين يكون الفرق الناتج هو $\frac{1}{2}D$ اي مقدار التباين الراجع الى التاثير التجميعى للعوامل .

$$2V_{F_2} = D + \frac{1}{2}H + 2E$$
$$V_{B_1} + V_{B_2} = \frac{1}{2}D + \frac{1}{2}H + 2E$$

بالطرح

$$2V_{F_2} - (V_{B_1} + V_{B_2}) = \frac{1}{2}D$$

وبعد الحصول على الجزء من التباين الراجع للتاثير التجميعى للعوامل ($\frac{1}{2}D$) يتم التعويض فى المعادلة الخاصة بحساب تباين الجيل الثانى وبذلك يمكن استخراج جزء التباين الراجع للسيادة ($\frac{1}{4}H$)

مثال : هجين بين صنفين من القمح يختلفان فى ميعاد طرد السنبلة وكانت النتائج المتحصل عليها كما يلى :

		التباين (V)
الاب الاول	(P_1)	٤٨
الاب الثانى	(P_2)	٣٢
الجيل الاول	(F_1)	٤٦
الجيل الرجعى الاول	(B_1)	٨٥ر٥
الجيل الرجعى الثانى	(B_2)	٩٨ر٥
الجيل الثانى	(F_2)	١٣٠ر٥

احسب مقدار التباين البيئى والتباين الوراثى الكلى فى الجيل الثانى ثم احسب الجزء منه الذى يرجع للتاثير التجميعى للعوامل ٠

الحل :

$$V_E = \frac{V_{P1} + V_{P2} + V_{F1}}{3}$$

$$= \frac{٤٦ + ٣٢ + ٤٨}{٣} = ٤٢$$

حيث أن

$$2 V_{F_2} - (V_{B_1} + V_{B_2}) = \frac{1}{2} D$$

$\therefore$ $\frac{1}{2}D$ = ٧٧ وهو الجزء الراجع للتاثير التجميعى للعوامل والتعويض فى المعادلة الخاصة بحساب تباين الجيل الثانى

$$V_{F_2} = \frac{1}{2} D + \frac{1}{4} H + E$$

$\therefore$ $\frac{1}{4}H$ = ١١ر٥ وهو الجزء الراجع لتاثير السيادة ٠

تمارين : هجنت سلالتين نقيتين من الذرة الشامية لدراسة موعد ظهور الحريرة ويبين الجدول الاتى متوسطات وتباينات الاجيال المختلفة لهذه الصفة :

		المتوسط	التباين
الاب الاول	P_1	١٢ر٩٩	١١ر٠٤
الجيل الثانى	P_2	٢٧ر٦١	١٠ر٣٢
الجيل الاول	F_1	١٨ر٤٥	٥ر٢٤
الجيل الثانى	F_2	٢١ر٢٠	٤٠ر٣٥
الجيل الرجعى الاول	B_1	١٥ر٦٣	١٧ر٣٥
الجيل الرجعى الثانى	B_2	٢٣ر٨٨	٣٤ر٢٩

احسب (١) مقدار التباين البيئى ٢) مقدار التباين الراجع للتاثير التجميعى للعوا[illegible]

٣ مقدار التباين الراجع للسيادة ٠

نسبة التوريث Heritability

نظرا لاهمية التباين الوراثى الكبيرة بالنسبة لمربى النباتات لانه من المتفق عليه ان اهم عامل لنجاح الانتخاب هو وجود تباين وراثى بين النباتات او السلالات التى ينتخب من بينها لذلك فان مدى تاثر الصفة الكمية بعوامل البيئة يعتبر من الاسباب التى تسهل نجاح او فشل الانتخاب . والمربى عند انتخابه النباتات المتفوقة فى صفاتها يهمه ان يكون هذا التفوق راجع الى التاثير الوراثى وليس الى التاثير البيئى فاذا كانت الصفة قليلة التاثر بعوامل البيئة فان احتمال نجاح المربى فى انتخاب النباتات الممتازة يكون اكبر منها فى حالة الصفات الاكثر تاثرا بالظروف البيئية . وقد ادى ذلك الى اهتمام مربو النباتات بتقدير نسبة التاثير الوراثى الى التاثير الكلى وهو ما يطلق عليه اسم نسبة التوريث Heritability

نسبة التوريث العامة : Heritability in the broad sense

يمكن تعريفها بانها النسبة المئوية للتباين الوراثى الى التباين الكلى او المظهرى لصفة ما ويمكن تقديرها من المعادلة التالية :

$$\text{نسبة التوريث العامة } H = \frac{\text{التباين الوراثى } V_G}{\text{التباين الكلى } V_p} \times 100$$

والتباين الكلى (المظهرى) = التباين الوراثى + التباين البيئى .

وكلما زادت هذه النسبة كلما دل ذلك على ان تاثر مظهر الصفة باختلاف الظروف البيئية اقل والعكس .

نسبة التوريث الخاصة : Heritability in the narrow sence

عرفنا ان التباين الوراثى يرجع الى ثلاثة مصادر رئيسية وهى التاثير التجميعى Additive او الى السيادة Dominance او الى تفاعل اليلات الجينات المختلفة Epistasis or interaction

وعادة يهتم مربو النباتات بالجزء من التباين الوراثى الراجع الى التاثير التجميعى للعوامل حيث انه ثبت بالمقارنة بتاثير السيادة او التفاعل : لذلك فانه فى حالة غياب السيادة والتفاعل بين الجينات المختلفة لصفة ما مع وجود تاثير قليل للبيئة فان الشكل المظهرى phenotype يكون له دلالة صادقة لتركيبه الوراثى .

ولذلك فان حساب نسبة التوريث باستخدام التباين الوراثى التجميعى فقط كنسبة مئوية من التباين الكلى (المظهرى) يطلق عليه نسبة التوريث الخاصة .

$$\text{نسبة التوريث الخاصة} = \frac{\text{التباين الوراثى التجميعى}}{\text{التباين الكلى (المظهرى)}} \times 100$$

ومعرفة نسبة التوريث له اهمية بالغة فى التربية لسببين :

١) انها تحدد مدى الثقة التى يوليها المربى للتعبير المظهرى للصفة ، اى كلما ارتفعت نسبة التوريث كلما كان مظهر الفرد ذو علاقة كبيرة بتركيبه الوراثى والعكس صحيح •

٢) انها تفيد فى معرفة انسب طرق التربية (الانتخاب او انتاج الهجن) وذلك حسب نوع التباين الوراثى •

بعض الطرق المستخدمة فى حساب نسبة التوريث :

ا) باستخدام العلاقة بين الاجيال الانعزالية وغير الانعزالية :

ويمثل الاجيال الانعزالية الجيل الثانى لهجين بين سلالتين نقيتين او الجيل الاول لهجين من سلالتين خليطتين او انسال التهجين الرجعى او النسل الناتج بالتلقيح المفتوح (فى المحاصيل خلطية الاخصاب) اما الاجيال غير الانعزالية فهى مثل جيل الاباء والجيل الاول الهجينى بين سلالتين نقيتين ونسل السلالات الخضرية •

وكما هو متوقع فان تباين الافراد فى الاجيال الغير الانعزالية يعتبر تباين بيئى اما تباين الاجيال الانعزالية فهو بيئى ووراثى وعليه فان طرح تباين الجيل الغير انعزالى من تباين الجيل الانعزالى يعطى تقديرا للتباين الوراثى ومن ذلك تحسب نسبة التوريث •

وفيما يلى مثال على تطبيق هذه الطريقة :

تمرين : هجنت سلالتين نقيتين من الشعير تختلفان فى صفة طول النبات ودرست صفات الجيل الاول والجيل الثانى والجيل الرجعى للاب الاول والجيل الرجعى للاب الثانى وكانت قيم التباين كما يلى :

		التباين
الاب الاول	P_1	١٣
الاب الثانى	P_2	١٤
الجيل الاول	F_1	١٢
الجيل الثانى	F_2	٢٨
الجيل الرجعى للاب الاول	B_1	٢٠
الجيل الرجعى للاب الثانى	B_2	٢٢

احسب نسبة التوريث العامة والخاصة لصفة طول النبات فى هذا الهجين :

الحل: التباين البيئى $= \frac{١٣ + ١٤ + ١٢}{٣} =$ ١٣

التباين الوراثى = تباين الجيل الثانى ــ التباين البيئى

= ٢٨ ــ ١٣ = ١٥

∴ نسبة التوريث العامة = $\frac{١٥}{٢٨}$ × ١٠٠ = ٥ر٥٣ %

نسبة التوريث الخاصة = $\frac{\text{التباين الراجع للتأثير التجميعى للعوامل}}{\text{تباين الجيل الثانى}}$ × ١٠٠

وكما سبق فان التباين الراجع للتأثير التجميعى للعوامل = ٢ × تباين الجيل الثانى ــ مجموع تباين الاجيال الرجعية

= ٢ × ٢٨ ــ (٢٠ + ٢٢)

= ٥٦ ــ ٤٢ = ١٤

∴ نسبة التوريث الخاصة = $\frac{١٤}{٢٨}$ × ١٠٠ = ٥٠ %

ب ــ باستخدام مكونات التباين المتوقعة : Expected mean squares

يمكن تقدير نسبة التوريث للصفات المختلفة من البيانات المتحصل عليها من تجارب مقارنة السلالات او الاصناف او الهجن حيث يتم تحليل البيانات الناتجة احصائيا حسب التصميم المستخدم فى التجربة وتجزىء مكونات التباين الكلية يمكننا الحصول على التقديرات اللازمة لحساب نسبة التوريث كما سيلى شرحه فى المثال التالى :

مثال : صممت تجربة لمقارنة محصول الحبوب فى ٢٥ سلالة تمثل صنف القمح الهندى فى تصميم قطاعات كاملة عشوائية وكان عدد المكررات التى زرعت فيها كل سلالة هو اربعة ثم قدر محصول كل قطعة بالاردب للفدان وحللت النتائج احصائيا وكانت نتائج جدول تحليل التباين كالاتى :

جدول تحليل التباين لصفة محصول القمح فى التجربة السابقة

مصدر الاختلاف	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات (التباين)	مكونات التباين المتوقعة
بين المكررات	٣	٦ر٢٦١	٢ر٨٧	
بين السلالات	٢٤	٠ر١٢٠٠	٠ر٥٠	$\sigma_E^2 + ٢\sigma_G^2$
الخطأ التجريبى	٧٢	٠ر١٤٤٠	٠ر٢٠	σ_E^2
المجموع	٩٩	٦ر٢٩٠١		

حيث ان σ_E^2 = التباين البيئى

σ_G^2 = التباين الوراثى

ر = عدد المكررات

∴ التباين الوراثى = (تباين السلالات ــ تباين الخطا) / عدد المكررات

= (٥٠ ــ ٢٠) / ٤ = ٣٠ / ٤ = ٧ر٥

∴ نسبة التوريث للصفة المدروسة = (التباين الوراثى / التباين الكلى) × ١٠٠

= التباين الوراثى / (التباين الوراثى + التباين البيئى) × ١٠٠

= ٧ر٥ / (٧ر٥ + ٢٠) × ١٠٠

= ٧ر٥ / ٢٧ر٥ × ١٠٠ = ٢٧ر٢ ٪

وهناك طرق اخرى لتقدير نسبة التوريث ولكن مناقشتها تتعدى حدود هذا المقرر.

التباين الوراثى واستخدامه فى تقدير التحسين المرتقب نتيجة الانتخاب :

Genetic advance under selection

يمكن تقدير مقدار التحسين المرتقب من الانتخاب باستعمال المعادلة التالية :

$$G_s = (K)\ (\delta_p)\ (H)$$

حيث ان G_s = مقدار التحسين المرتقب من الانتخاب

δ_p = الانحراف القياسى للنباتات التى يجرى بينها الانتخاب ويمثل الجزر التربيعى للتباين المظهرى او الكلى للعشيرة التى سيتم بها الانتخاب .

H = نسبة التوريث

K = معامل الانتخاب وتختلف قيمته باختلاف نسبة النباتات المنتخبة كالاتى :

نسبة النباتات المنتخبة ٪	١ ٪	٢٪	٥٪	١٠ ٪	٢٠٪	٣٠ ٪
K	٢ر٦٤	٢ر٤٢	٢ر٠٦	١ر٧٦	١ر٤٠	١ر١٦

ويقدر كمية التحسين المتوقع فى مظهر الصفة عن طريق الانتخاب بنفس وحدات القياس المستخدمة فى قياس الصفة (اردب ، كيلو جرام ... الخ) .

تمرين : فى الجيل الثانى لهجين قمح بين ابوين يختلفان فى ميعاد طرد السنابل عمل انتخاب ل ٥٪ من النباتات الاكثر تبكيرا فاذا علم ان تباين الجيل الثانى الكلى هو ٤٠ر٣٥ وان التباين الوراثى هو ٢٩ر٠٦ فما هو مقدار التحسين المرتقب . بين بالرسم التوزيع التكرارى للمجتمع قبل وبعد التحسين اذا علم ان متوسط ميعاد طرد السنابل فى الجيل الثانى قبل التحسين كان ٢١ر٢ يوم .

الحل : نسبة التوريث (H) = (التباين الوراثى / التباين الكلى) × ١٠٠

= ٢٩ر٠٦ / ٤٠ر٣٥ × ١٠٠ = ٧٢ ٪

يحسب التحسين المرتقب من الانتخاب من المعادلة :

$$G_s = (K)(\sigma_p)(H)$$

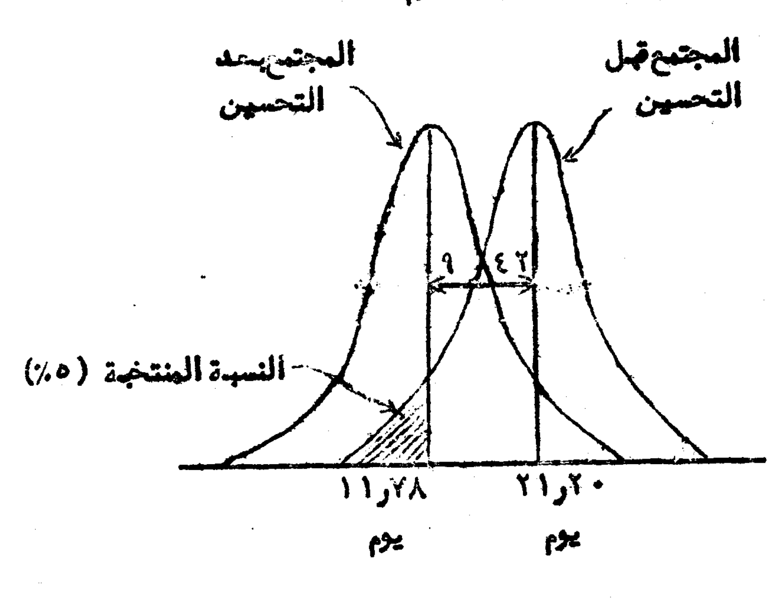
التحسين المرتقب = ٢٫٠٦ × $\sqrt{\text{٤٠٫٣٥}}$ × ٠٫٧٢

= ٩٫٤٢ يوم

اى ان متوسط عدد الايام اللازمة لطرد السنابل فى نسل النباتات المنتخبة =

= متوسط الجيل الثانى ـ ٩٫٤٢

= ٢١٫٢٠ ـ ٩٫٤٢ = ١١٫٧٨ يوم



تمارين

١) ماهو المقصود بالصفات الوصفية Qualitative والصفات الكمية Quantitotive ـ اعطى خمسة امثلة لكل منها .

٢) ماهى اوجه الاختلاف الرئيسية بين النوعين السابقين من الصفات من وجهة نظر مربى المحاصيل ؟

٣) ماهى الاسباب التى تؤدى الى التباين فى مظهر احدى صفات المحاصيل

٤) كيف يمكن حساب التباين الوراثى فى الجيل الثانى الناتج من تهجين ابوين يختلفان عن بعضهما فى صفة من الصفات ويتبعان مجموعة المحاصيل الذاتية الاخصاب

٥) ماهى مكونات التباين الوراثى واهميتها لمربى النباتات ؟

٦) بين المعادلات كيف يمكن حساب التباين الوراثى التجميعى والتباين الوراثى للسيادة •

٧) ماهو المقصود بنسبة التوريث العامة ونسبة التوريث الخاصة وما الفرق بينهما من وجهة نظر المربى •

٨) ماهو نوع التباين الموجود فى كل من؛ •

ا ـ السلالة النقية pure line

ب ـ السلالة الخضرية Clone

جـ ـ الجيل الاول لهجين فردى من الذرة الشامية

د ـ الجيل الاول لهجين زوجى من الذرة الشامية

هـ ـ نسل الاجيال الرجعية

و ـ الجيل الثانى لهجين فردى من الذرة الشامية

٩) الجدول التالى يشمل نتائج التباين المحسوبة لعدة صفات فى كل جيل عند تهجين سلالتين نقيتين من الذرة الشامية :

	طول الكوز بالمليمتر	عدد حبوب الكوز	عدد صفوف الكوز	وزن الحبة بالمليجرام
الاب الاول P_1	١٥١ر٧	٨٢ر٣	١٥ر٧	٥٢٦
الجيل الثانى P_1	١٥٣ر٠	٩٨ر١	١٧ر٩	٦٥٥
الجيل الاول F_1	١٢٩ر٩	١٧٥ر٤	١٩ر٨	٣٩٧
الجيل الرجعى B_1	٢٨١ر٠	١٠٥ر٩	٢٠ر٤	٧٥٩
الجيل الرجعى B_2	٢٢٨ر٧	١٢٤ر٨	٢١ر١	٧٨٥
الجيل الثانى F_2	٣٠٣ر١	٢١٨ر٧	٢٥ر٣	٨١٩

ا : احسب نسبة التوريث العامة لكل صفة مدروسة

ب : هل لما تلاحظ من فروق بين نسبة التوريث لكل من الصفات تحت الدراسة

جـ : احسب نسبة التوريث الخاصة لكل من الصفات المدروسة

د : اذا اريد انتخاب ١٠ ٪ من النباتات فى الجيل الثانى فما هو مقـــدار التحسين المرتقب فى كل صفة من الصفات .

١٠) صممت تجربة حقلية لمقارنة ١٥ سلالة من القمح بزراعة كل منها فى خمس قطع حقلية متساوية ثم حصد محصول كل قطعة وفيما يلى جدول تحليـــــل التباين .

مصدر الاختلاف	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات (التباين)	التباين المتوقع
بين السلالات	١٤	٩٣ر٩	٦ر٧٠٧	
داخل السلالة (الخطأ التجريبي)	٦٠	٧٨ر٨	١ر٣١٣	
المجموع الكلي	٧٤	١٧٢ر٧		

ا ــ حدد بالجدول مكونات التباين المتوقع

ب ــ احسب نسبة التوريث العامة لصفة المحصول

اختبار وتقييم مواد التربية ونواتجهـــــــــا

عند تقييم انسال السلالات او الاصناف فى برامج التربيـــــــــة لايمكـــــن ان يقتصر ذلك على الدراسات المعملية او اختبارها فى الصوب لان الظروف فى مثل تلك الدراسات تختلف اختلافا جوهريا عن الظروف البيئية ولهذا فان التقييم الاساسى لمواد التربية ونواتجها عادة مايتم تحت الظروف البيئية المعتادة بالحقل •

وتختلف عملية تقييم مواد التربية فى المراحل المبكرة لبرنامج التربية الى حـد كبير فى طريقتها عن عملية التقييم التى تتم فى نهاية البرنامج حيث تكون عدد الانسال او السلالات المطلوب مقارنتها فى المراحل المبكرة يكون كبيرا كما ان كمية البـــذرة المتوفرة من كل منها عادة ماتكون اقل مما يلزم لاجراء اختبارات موسعة ودقيقة علـى جميع الصفات •

ولهذا فان الغرض من التقييم فى المراحل المبكرة هو استبعاد الانسـال ذات الصفات الغير المرغوبة مثل الاصابة بالامراض والحشرات او الانتخاب للتبكير فى ميعاد النضج وغير ذلك من الصفات التى يمكن الحكم عليها من اعداد صغيرة من النباتا ت وتتم عملية التقييم هنا فى حقل يسمى حقل التربية او حديقة التربية Breeding nursery

وبانتخاب افضل الانسال او السلالات فى المراحل المبكرة من البرنامج يتناقـص عددها الى عدد محدود نسبيا وتزداد كمية بذرتها ويصبح فى الامكان التوســـع فى الاختبارات وقياس الصفات التى تتطلب فى قياسها مساحات اكبر مثل كمية المحصول وصفــات الجودة والمقاومة للرقاد ••• الخ حيث تزرع فى هذه الحالة فى قطـــع حقلية Field كبيرة نسبيا وتوزع فى الحقل باتباع تصميمات تجريبية مناسبة •

اختبارات حقل التربيـــة

يتم اختيار حقل التربية بالقرب من محطة التربية وفيه وتتم معظم عمليات التربيـة الرئيسية مثل زراعة الاصول الوراثية لتقييمها واجراء التهجينات وزراعة الاجيال الاولـى لاكثار بذرتها كما تزرع به الانسال الناتجة فى المراحل المبكرة لبرنامج التربيـــــة لتقييمها بالنسبة لبعض الصفات مثل المقاومة للامراض وعليه فان جزءا من الحقل يمكن اعتباره حقلا لاختبار المقاومة للامراض صناعيا Disease Epiphytotic وعليـه فان المواد التى تزرع فى حقل التربية تشمل :

١) الاصول الوراثية مثل الاصناف او الانواع المستوردة والمحلية وخلافه •

٢) الاباء التى ستدخل فى برامج التهجين •

٣) الاجيال الهجينية الاولى والاجيال الانعزالية التالية ($F_2 - F_4$)

٤) السلالات الناتجة من عملية التربية الذاتية وانسال النباتات المختارة •

ونظرا لطبيعة العمليات التى تجرى فى الحقل من تهجين و ... فيجب تزويد حقل التربية بصوب زجاجية واخرى سلكية لكى يمكن اجراء عملية التهجين داخلها وزراعة النباتات ذات البذور الرهيفة وحماية البادرات الصغيرة من العوامل الجوية وتزود هذه الصوب بمصدر للكهرباء لزيادة ساعات الاضاءة لدفع بعض الاباء للتزهير عند اللزوم ولتشغيل بعض الالات اللازمة من عمليات الخصى (مثل الخصى بالشفط) كما تزود الصوبة بمخزن به الكيماويات التى تلزم فى التهجين او المعاملات التى تجرى على النباتات وكذلك بالاسمدة والمعدات واجهزة استخدامها .

وتتم الزراعة فى حقل التربية فى احواض صغيرة يطلق عليها احواض حقل التربية Nursery plots تختلف فى شكلها ومساحتها على حسب كمية البذرة المتوفرة والمحصول وهى عادة ماتكون عبارة عن خطوط او سطور Rod Rows تختلف فى طولها من محصول لاخر ، فمثلا فى محاصيل الحبوب يكون طولهـــا ٥ ـ ٦ متر وفى محاصيل العلف ٣ ـ ٤ متر وتزرع النباتات فى هذه السطور امـا سرا فى حالة توفر البذرة او فى جور على مسافات عند قلة كمية التقاوى كما فـى حالة الجيل الاول والثانى . وعند تقدير المحصول من السطر تستبعد مسافة نصف متر من طرفى الخط لتعرض هذه الاطوال للموثرات الخارجية (٢ × ٢٥ سم) . وتختلف عدد الصفوف المنزرعة من كل سلالة ولكن دائما يفضل الخطين النهائيين (الطرفين) من كل سلالة ويستبعدوا وتوءخذ القياسات فقط على الصفوف الداخلة وذلك لتقليل تاثير التنافس بين السلالات المختلفة المتجاورة والتى قد تختلف فى طبيعة نموها .

ويلاحظ فى حقل التربية زراعة الاباء الداخلة فى اى هجين مع النســـل الهجين للمقارنة ، كما تزرع اى اصناف قياسية اخرى كدلائل للمقارنه وترتب زراعة اصناف المقارنة بحيث تتوزع بانتظام بين الانسال او السلالات المقارنة وعادة ما يزرع صنف المقارنة بين كل خمسة احواض ـ وعند زراعة اكثر من صنف مقارنة تتبـادل زراعتها بين الاحواض .

هذا ويوجد نظامين اساسيين لقطع حقل التربية Breeding plots :

١) نظام H : H- cross وفى هذا النظام تتكون القطعة التجريبية من ١ ـ ٢ خط طول كل منها ٢ ـ ٣ متر وتبعد عن بعضها ٤٠ سم . ففـــى حالة القمح مثلا توضع الحبوب على بعد ٧ سم باليد فى حالة عمل انتخـاب لهذه النباتات او تزرع بالماكينات فى حالة عدم الرغبة فى الانتخاب . ويتكـون حقل التربية عادة من ٨ ـ ١٠ مجموعات من القطع التجريبية Series يفصل كل مجموعتين ممرات عرضها ٨٠ ـ ١٠٠ سم (Series عبارة عن مجموعة من القطع التجريبية او الخطوط مجاورة لبعضها البعض) .

٢) نظـــام R-class: R هو عبارة عن نفس نظام H غير ان طول الخطوط ١ ــ ٥ر١ م اى نصف الطول السابق ويستعمل هذا النظام اساسا فى حقل التربية لمقارنة النباتات بالنسبة لتحملها للامراض ٠

العمليات التى تجرى فى حقل التربية :

١) قبل الزراعة :

بعد تحديد السلالات او الاباء التى ستدخل فى تنفيذ برنامج التربيـــة نختار لها مساحة مناسبة من حقل التربية تقسم الى شرائح طولية كل شريحـــة بدورها الى احواض بالعرض ٠ ثم يعمل لهذه المساحة خريطة بمقياس رســـم مناسب يعين عليها الاحواض وتوزع السلالات او الاباء على الخريطة بالطريقة التى تضمن سهولة اجراء عمليات التربية (تسجيل الملاحظات وعمليات التحكم فى التلقيح) كما تمكن من القيام بعمليات الخدمة المختلفة بسهولة ويحسن ان تعمل هـــذه الخريطة من عدة نسخ تحفظ احداها فى سجلات محطة التربية ثم تعد التقاوى بعد تنظيفها ثم تخلط بالمبيدات الفطرية والحشرية المناسبة وتوضع فى اكيـــاس يكتب عليها بيانات بمحتوياتها ووزنها ٠

٢) الزراعـــة :

توزع اكياس بذور السلالات المختلفة على احواض الحقل طبقا للخريطة الموضوعة ثم يؤكد التوزيع بمراجعة الكيس الموجود فى كل حوض بالمفروض وجوده على الخريطة وفى حالة الزراعة فى جور يفضل عمل لوح خشبى بطول السطر وبه ثقوب موزعـة حسب المسافات المفروضة بين النباتات حيث يوضع اللوح فوق السطر ثم يقـــوم العمال بوضع بذرة او اكثر فى كل ثقب ، اما فى حالة الزراعة سرا يعمل مجرى طولى مكان السطر ثم تسر البذرة فى المجرى بانتظام ، كما يمكن استخـــدام ماكينات التسطير اليدوية ٠ وعادة ما يغرس على قمة كل سطر قطعة من الخشب يكتب عليها رقم السطر او الحوض او اية بيانات لازمة للاستدلال على الســلالات المزروعة ٠

٣) الخدمـــة :

يجب العناية بعمليات خدمة وتسميد النباتات الفردية فى حقل التربيـــة ، كما ان الزراعة المتسعة فى حقول التربية تمكن من اجراء عملية العزيق الميكانيكى والتسميد بالالات بكفاءة عالية عن الحقول العادية ٠ وفضلا عن ان هـــذا يوفر كثيرا من الوقت والجهد الذى يبذل فى هذه العمليات ، فان الخدمـــة

الالية اكثر انتظاما من الخدمة اليدوية ، مما يساعد فى تقليل مصادر الخطأ ، وبالتالى فى توحيد الظروف البيئية التى تنمو بها نباتات التربية •

٤) الحصـــاد :

من أهم العمليات التى يجب ان يوجه اليها المربى عناية خاصة حتى تتم على اكمل وجه حيث ان حدوث اى خلط ميكانيكى نتيجة الاهمال فى حصـــاد النباتات معناه ضياع مجهود المربى • وفى حالة دراس النباتات الفردية والاحواض الصغيرة ميكانيكيا باستخدام الات الدراس الميكانيكية او الات الحليج الميكانيكيـــة يجب تشغيل الالة بين كل نبات واخر لفترة قصيرة للتاكد من عدم بقاء اية بذور منعا للخلط ، وتوضع بذور كل نبات او سلالة فى كيس مستقل يكتب عليه رقـــم السلالة ووزن البذور او عددها ثم يضاف الى البذور مبيد للحشرات لمنع تسوسها وتحفظ فى مخزن جيد التهوية •

تقييم النواتج النهائية للتربية فى التجارب الحقلية :

سبق ان ذكرنا انه فى المراحل المتاخرة لبرنامج التربية فان عدد الســـلالات او الانسال او الهجن التى استبقيت لدى المربى يصبح محدود نسبيا يتطلـــب الامر اجراء عملية تقييم شامل لها من حيث صفاتها الزراعية وصفات المحصـــول ومقارنتها بالاصناف التجارية السائدة فى الزراعة حتى يمكنه انتقاء المتفوق منهـــا لكى يكون اساسا لصنف او اصناف جديدة محسنة • ونظرا لان كميات البـــذرة المتوفرة من هذه النواتج تكون كبيرة نسبيا تتم فيها الزراعة والعمليات الزراعيـــة بطريقة مشابهة للانتاج التجارى ، ولكى تكون المقارنة سليمة فان هذه الاختبارات يجب ان تتم باتباع تصميمات تجريبية مناسبة يتم فيها استخدام الطرق الاحصائية الدقيقة Statistical analysis

المتطلبات الاساسية للتجربة الحقلية :

ان المتطلبات التى يجب ان تتوفر فى اى تجربة حقلية هى مايلى :

١) ان تضمن للنبات كل العوامل الاساسية والضرورية للحياة •

٢) ان تتساوى بقدر الامكان كل ظروف التجربة فيها عدا معاملات التجربـــة المدروسة •

٣) ان يطبق مبدا المقارنة فى كل تجربة حقلية يجب ان تنفذ بحيث يوجد فيها عنصر المقارنة • وفى تجارب المقارنات الحقلية فمثلا تقارن الاصناف المختبرة اما فيما بينها او باخذ اصناف المقارنة •

٤) ان تكون نتائج التجربة معبر عنها بطريقة كمية (ارقام او نسب) •
٥) الدقة : ويمكن زيادة الدقة فى التجربة بوسائل مختلفة •
٦) التطبيق : تطبيق التجربة هو تماثل ظروف تنفيذ التجربة مع الظروف المناخية وظروف التربة لمنطقة معينة حيث تنفذ التجربة فى نفس نوع التربة السائدة فى هذه المنطقة وان ينفذ فيها نفس المعاملات الزراعية لهذه المنطقة •
٧) ان تحقق التجربة الحصول على نتائج واحدة بقدر الامكان عندما تكرر نفس التجربة فى ظروف متماثلة •

شروط زيادة دقة التجربة

ان دقة التجربة الحقلية هى مؤشر رياضى يصف قابلية التغير الكمية للنتائج فى التجارب وهذه القابلية على التغير تتحدد اساسا من الثلاثة عوامل التالية :

١) من عدم التماثل الوراثى للنبات التجريبى •
٢) من تباين تربة الحقل التجريبى
٣) من اخطاء فنية للتجربة •

وحيث ان النتائج المتحصل عليها من كل تجربة حقلية هى نتيجة التفاعل بين النبات مع ظروف البيئة المحيطة به وكذلك من فعل الانسان فالاخطاء ايضا فى التجربة يمكن ان تنشا من كل من الثلاثة عوامل الاساسية المذكورة سابقا — مادة منزرعة غير مناسبة او نبات (صنف او نوع) لم يختار بنجاح تربة غير متماثلة وظروف خارجية اخرى واخطاء من جانب الذى ينفذون الزراعة واخطاء عند معاملة النباتات وحصاد المحصول وعند حساب النتائج وهكذا • وتنقسم الاخطاء فى التجربة الحقلية اساسا الى مجموعتين : منظمة وبالصدفة •

وترجع الاخطاء المنظمة الى ان بعض مكررات التجربة يمكن ان توضع فى ظروف احسن او اسوأ بالمقارنة بالباقى • وغالبا ماترجع هذه الاخطاء الى عدم تماثل التربة فى الحقل التجريبى ، وترجع اخطاء الصدفة الى عدم تماثل جودة المادة المنزرعة والمنشأ المختلف لها ونسبة الانبات المختلفة •

ويتبع اخطاء الصدفة الاخطاء التى ترجع للاضرار الغير متساوية من الامراض والافات ، والكثافة المختلفة للحشائش والاختلاف فى رطوبة التربة • وهنا تحتسب ايضا الاخطاء الفنية : الكثافة الغير متساوية للزراعة والفقد عند الحصاد واختلاط النباتات من القطع المتجاورة واخطاء عند الوزن والتسجيل الغير صحيح للنتائج المتحصل عليها من التجربة وهكذا •

انتخاب وتجهيز الحقول التجريبية لزراعة تجربة حقليـــة

ان نجاح كل تجربة حقلية يعتمد لحد كبير على الانتخاب الصحيح للحقل التجريبى ، فيجب ان يكون الحقل متماثل فى تربته وبدون اماكن منخفضة ومرتفعـة وبقدر الامكان بدون انحدارات او بانحدارات قليلة • ويجب ان يكون الحقـــل التجريبى مطابق لطراز التربة السائد بالنسبة لمنطقة معينة وان يكون ذو نظـــام رى محدد وفى هذه الحالة فقط يمكن لنتائج التجربة والاستنتاجات المعمولـــــة ان تصلح للمنطقة ككل •

ومن هذا يتضح ان الحقل المخصص لزراعة التجارب الحقلية يجب ان يستجيب اساسا للمتطلبين التاليين :

١) التطابق مع ظروف المنطقة التى ستستخدم فيها نتائج التجربة فى المستقبل •
٢) تجانس الطبقة السطحية من التربة مما يضمن دقة كافية للتجربة ـ ولهـــذا فانه لعمل تجارب يجب بالطبع ان تختار مساحة من الارض كانت لمـــدة سنوات سابقة معاملة ومسمدة بطريقة متماثلة •

وعند اختيار المساحة التجريبية من الضرورى ان تتم دراسة للتربة حيـــث تعمل خريطة للتربة • ودراسة التربة يجب ان تكون اكثر تفصيلا وتشمل حتى اصغر القطع التجريبية التى ستكون فى التجارب المستقبلية • واهم الدراسات الـــتى يجب ان تعمل على عينات التربة هى : ١) التركيب الميكانيكى للتربة ٢) الـــوزن الحجمى للتربة ٣) الرطوبة ٤) الازوت الكلى ٥) المركب الكربونى ٦) الـ pH

هذا وعند اختيار ودراسة مكان زراعة التجربة من الضرورى وخاصة بالنسبة للحقول التجريبية المستديمة ان يتم دراسة اضافية للتربة تسمى تجارب الخصوبة عن طريق زراعة الحقل بمحصول واحد متماثل مثل الشعير او الشوفان وفى ميعاد زراعة واحد على ان يكون تجهيز التربة للزراعة متماثل تماما ثم يحصد المحصـول من اجزاء صغيرة اولية تكون مساوية لاصغر القطع التجريبية التى سوف تعمل فـى التجربة وتعطى الاختلافات بين كميات المحصول الناتجة من القطع الاوليـــة المختلفة صورة لتباين خصوبة التربة للحقل • وعلى اساس هذه النتائج تحـــدد المساحات المتماثلة نسبيا لزراعة التجارب المختلفة ويحدد شكل وحجم واتجـــاه القطع التجريبية •

اهمية حجم وشكل واتجاه القطع التجريبية وعدد المكررات من اجل زيادة دقة التجربة

حجم القطع :

ان دراسة نتائج المديد من التجارب الحقلية يظهر انه بزيادة مساحة القطعة التجريبية الى حد معين تزداد دقة التجربة ولكن ليس بالتناسب وعند تحديد حجم القطع التجريبية يجب ان يوضع فى الاعتبار مايلى :

١) تعتمد مساحة القطعة التجريبية على التباين الوراثى للنباتات التجريبية • فبالنسبة للنباتات النجيلية يمكن ان تكون القطع التجريبية اصغر منها بالنسبة للمحاصيل التى تعزق او محاصيل الخضر •

٢) ضرورة اتمام كل العمليات فى التجربة فى وقت واحد وبكفاءة واحدة • فمن الاسباب الجوهرية لزيادة مساحة القطعة التجريبية عدم امكانية إتمام العمليات الاساسية لكل معاملة فى التجربة فى وقت واحد عند وجود مساحة كبيرة للتجربة •

وقد ظهر فى الطرق الحديثة للتجارب الحقلية اتجاه لان يستعمل بقدر الامكان قطع اصغر حيث نتوصل الى الدقة الضرورية عن طريق زيادة عدد المكررات بالنسبة للنباتات النجيلية تفضل القطع من ١٠ ــ ٢٠ م٢ والبطاطس وبنجر السكر ونباتات العلف ٢٠ ــ ٢٥ م٢ • وينصح عدد كبير من البحاث فى المحاصيل التى تعزق ان تكون بالقطعة على الاقل ١٠٠ نبات الذى فى الذرة الشامية يشغل مساحة حوالى ٥٠ م٢ • وعندما تختبر هجن بها قوة هجين فى الـ F_1 ناتجة من تهجين سلالات نقية اصيلة العوامل فيمكن ان تحتوى القطعة على ٢٠ ــ ٢٥ نبات حيث انها تعتبر متماثلة جدا من الناحية الوراثية وان الاختلافات القليلة فيما بينها انما ترجع اساسا لعوامل البيئة الخارجية •

شكل القطع :

يمكن زيادة دقة التجربة عن طريق وضع الشكل الامثل للقطعة التجريبية وعادة فالشكل المستطيل للقطعة يضمن دقة اعلى للتجربة حيث ان القطع الاطول تشمل تباين اكبر لتربة الحقل خصوصا لو ان طولها كان واقعا فى اتجاه تباين التربة الاكبر ولكن يجب ان يوضع فى الاعتبار ان الشكل المستطيل مناسبا فقط فى حالة القطع الكبيرة بدرجة كافية (فى تجارب المعاملات الزراعية) وتصبح القطع الصغيرة المساحة فى الشكل المستطيل ضيقة لدرجة لاتسمح بفصل احزمه واقيه

بدرجة كافية بالنسبة للقطع الصغيرة فمن المناسب اكثر ان يستعمل الشكل المربع او القريب من المربع وبصفة عامة فى القطع الصغيرة الشديدة الاستطالة فان جزء كبير من المساحة يفقد فى الحزام Belt

مكررات التجربة :

لعدد وتوزيع المكررات اهمية كبيرة خاصة فى دقة التجربة • وتكون التكرارات ضرورية فى التجربة لان القطع التجريبية الوحيدة من كل معاملة لايمكن ان تشمل تباين الحقل التجريبى • وتتوزع المكررات المختلفة او القطع التى تشغل بمعاملة واحدة من التجربة بشكل محدد فى المساحة التجريبية بحيث أن تشمل تباينها تماما •

وتمثل القطع المكررة فى وجوهرها اجزاء من قطعة واحدة اكبر موزعة فى اماكن مختلفة من الحقل التجريبى •ويرتبط ... زيادة عددها بالزيادة الاكبر للدقة بالمقارنة بزيادة مساحة القطعة وبخلاف هذا وجود المكررات يعطى الامكانية من الناحية الكمية بان تتحدد الدقة التى يعبر عنها بما يسمى بالخطا التجريبى • Exerimental error

ويعتمد عدد المكررات فى تجربة واحدة على حجم المساحة التجريبية وعلى حجم القطع •وبزيادة حجم القطع يزيد لحد ما دقة التجربة ولكن عادة يتطلب تقليل عدد المكررات حيث انه عند المحافظة فى نفس الوقت على قطع كبيرة • وتكرارات اكبر فمن الضرورى توفر مساحة متماثلة اكبر للتجربة ومن هنا يبرز السؤال ماهو المفضل من اجل زيادة دقة التجربة — ان يزود حجم القطع التجريبية او يزود عدد المكررات ؟ وقد اثبتت العديد من التجارب أنه بزيادة عدد المكررات تزداد دقة التجربة بدرجة اسرع منها عن زيادة مساحة القطع التجريبية•

وحيث ان دقة التجربة تزداد بدرجة اسرع عند زيادة عدد المكررات عنها عند تكبير حجم القطع عن طريق استعمال قطع صغيرة ومكررات كثيرة فانه يمكن ان نصل الى دقة كبيرة فى المساحة الصغيرة نسبيا • وعلى هذا الصدد طورت العديد من الطرق الحديثة لزراعة التجارب الحقلية • ومن الضرورى ان نؤكد انه بصرف النظر عن المميزات لايجب ان نتمادى فى زيادة عدد المكررات حيث ان هذا يخلق مصاعب عديدة فنية وتنظيمية • فزيادة المكررات وبالتالى العدد الكلى للقطع فى التجربة يعقد كثيرا العمل فى اجراء وحصاد التجربة حيث ان ذلك سوف يتطلب الات وافراد اضافية وفى التطبيق عادة مايكون عدد المكررات من اربعة الى ستة مكررات •

الطرق الفنية المتبعة فى التجارب الحقلية

١) رسم القطع التجريبية فى الحقل :

لكى ترسم خطة للتجربة الحقلية ولكى تحسب المسافات الضرورية لتنفيذها يجب ان تعرف عدد المعاملات المختبرة وعدد المكررات وحجم القطعة التجريبية ومساحة المشايات بين المكررات ومساحة الاحزمة الواقية حول التجربة • فمثلا لنفترض انه يجب ان تنفذ فى الحقل وعلى الطبيعة خطة لاحدى التجارب الصنفية بتصميم ٤ × ٤ مربع لاتينى واحجام القطع هى ١٠ × ٤ م وبين القطع فى البلوك يترك ممرات بعرض ٠ر٥ م وبين البلوكات ممرات بعرض ١ر٥ م وخلاف ذلك يقترح احزمة واقية امامية وخلفية للتجربة بعرض ٢ م فان شكل التجربة يكون كما هو مبين بالشكل الاتى :

شكل ــ خطة لتجربة بتصميم ٤ × ٤ مربع لاتينى

وحسب الشروط السابقة فان طول هذه التجربة يكون : ٢ × ٢ + ٤ × ١٠ + ٥ × ١ر٥ = ٥١ر٥ م والعرض يكون : ٦ × ٤ + ٥ × ٠ر٥ = ٢٦ر٥ م وتكون المساحة الكلية لهذه التجربة هى : ٥١ر٥ + ٢٦ر٥ = ١٣٦٤ر٧٥ م٢ •

وعند رسم التجربة فى الحقل اولا يحدد الخط الاساسى ab بطول ٢٦ر٥ م وتدق أوتاد رئيسية بـ a، b وبعد ذلك فى الاتجاه من ناحية ومن ناحية d ترسم زاوية عمودية باى طريقة من الطرق ثم يقاس طول ٥١ر٥ م

من a ناحية C ومن b ناحية d (طول التجربة) وتدق الاوتاد C & d ولو ان العمل تم بدقة فان cd = ab = ٢٦,٥ م واذا لم يكن كذلك يعاد ذلك الى ان نصل الى تساويهما وبعد هذا يحدد باوتاد فى اتجاه الجوانب الطويلة ae & ad وعلى ابعاد ٢ متر (عرض الحزام الامامى) ثم ١,٥ متر (عرض الممر قبل البلوك الاول) ثم ١٠ متر عرض البلوك الاول الذى هو فى الحقيقة طول القطعة التجريبية ثم ١,٥ م ثم ١٠ م وهكذا وفى النهاية يتبقى ٢ م لعرض الحزام الخلفى • وبين كل وتدين متقابلين يمد حبل او دوباره • وفى اتجاه الجوانب القصيرة cd & ab يحدد اوتاد على ابعاد ٤ م و ٠,٥ م ٥ ٤ م وهكذا وهى تحدد عرض القطع والممرات بينها فى البلوكات وبين كل وتدين متقابلين ايضا يوصل حبل او دوباره وحتى لاتحدث اخطاء فان الارتاد من الجهتين المتقابلتين ترقم بارقام متماثلة •

ورسم المكان فى التجارب ذات المحاصيل التى تعزق والتى فيها تقع النباتات على مسافات اوسع بين الخطوط وبين النباتات فى الخط يتم اولا بتحديد حدود التجربة كلها والبلوكات فيها بعد ذلك يحدد بالاوتاد الابعاد بين الصفوف وفى حدود كل بلوك يعلم المسافات داخليا فى الصفوف ويعمل فى هذه الاماكن الجور التى تزرع فيها البذور •

٢) تجهيز التربة للزراعة :

يجب عند تجهيز الارض للزراعة وقبل كل شئ ان تضبط جيدا الادوات المستعملة وتختبر من قبل القائمين بالتجربة واسلحة المحاريث يجب ان تكون مختبرة للحرث على عمق محدد وثابت •

٣) التسميد بالاسمدة المعدنية والعضوية :

يجب ان يحقق التسميد التوزيع المتماثل فى كل المساحة ويجب وضع السماد فى الفترات المثالية لكل نوع من السماد وبالطريقة المناسبة ولايمكن تصحيح الاخطاء التى تنتج من الاسمدة المعدنية او العضوية بسرعة وفى بعض الانواع من الاسمدة فان لها تاثير قد ينعكس عدة سنوات على نتائج التجارب تحت شكل التاثير المتبقى

وتعتبر الاسمدة المعدنية اكثر الاسمدة تجانسا ولها تركيب كيماوى محدد وتحسب الكمية الضرورية من السماد اللازمة لقطعة معينة عندما يؤخذ فى الاعتبار المعدلات المعروفة •

٤) تحديد كمية المادة المنزرعة :

من الضرورى ان يحتفظ تماما بان تكون الزراعة بكفاءة واحدة وفى وقت واحد فى كل قطع التجربة لان الاختلافات القليلة فى فترة وتكنيك الزراعة يمكنها ان توثر على محاصيل القطع المقابلة ولهذا فانه فى مثل هذه الحالات فان احسن شئ ان تتم الزراعة بطول المكررات (البلوك) حيث تتحرك الات الزراعة فى كل القطع التجريبية فى اتجاه الاضلاع الطويلة للقطع حيث انه يمكن لهذه الطريقة ان ينعكس اى عيوب ناتجة بالصدفة بطريقة واحدة وبدرجة واحدة على كل معاملات التجربة .

وقبل الزراعة يجب ان تتوفر لدينا البيانات التالية عن المادة المنزرعة : نسبة الانبات نسبة النظافة (النقاوة) ، القيمة الزراعية ، وزن الالف حبه ، وزن اللتره عدم وجود الاصابات بالامراض والافات .

وتتم الزراعة بالمعدلات المعروفة حيث ان معدل الزراعة يعرف من عدد النباتات فى وحدة المساحة وليس بوزن البذور فلو قورنت اصناف مختلفة فى معدل زراعة بالوزن واحد على اساس حجم البذور فان عدد النباتات فى نفس وحدة المساحة سوف يكون مختلفا ويتبع ذلك ان هذه الاصناف سوف تكون موضوعة فى ظروف مختلفة .

ونتيجة لبعض الاسباب الغير مقصودة منا مثلا الامطار المستمرة لفترة طويلة نضطر لايقاف الزراعة فان الخطا الذى ينتج من الاختلافات الموضعية بين المعاملات تنعكس بشكل مختلف على دقة الاستنتاجات حسب نوع التصميم المستخدم فتصميم القطاعات الكاملة يمكن ان يستبعد هذه الاختلافات فقط عندما يحدث توقف الزراعة بعد الانتهاء من الزراعة الكاملة لبلوك او عدة بلوكات كاملة . ولكن عندما يحدث التوقف فى وسط احد البلوكات فان الاختلافات تزيد الخطا داخل البلوك بدرجة كبيرة وبالتالى يزداد الخطا الكلى للتجربة وقد وجد ان اقل تباين للخطا التجريبى ينتج عند استعمال تصميم المربع اللاتينى لانه هنا من الممكن استبعاد الاختلافات الموضعية داخل البلوكات نفسها وفى هذه الحالة فان الزراعة يجب ان تتوقف بعد الزراعة الكاملة لقطعة معينة .

الحصاد وحساب كمية المحصول :

ان الحصاد وتقدير كمية المحصول هو احد المراحل الحساسة والهامة فى العمل التجريبى وان اقل مايمكن من عدم الدقة هنا يمكنه ان ينعكس بمعدل

كبير على الاستنتاجات • وان الزراعة التى سيحصد منها المحصول يجب ان تكون نامية طبيعيا وتؤخذ منها فى الوقت المناسب القياسات المورفولوجية لتتبع حالة المحصول وتنعكس اية انحرافات عن النمو الطبيعى للنباتات ايضا لو انه كان من الضرورى قبل الحصاد ان يعمل استبعاد لاجزاء من القطع • ولهذا الفرض يجب ان تفحص بدقة كل قطعة قبل الحصاد بمدة ايام • وان يعاد وضع بعض البطاقات لو كانت قد فقدت وان تعلم المناطق الحزامية • وكذلك ايضا تفصل وتقاس الاماكن الواقعة فى الاستبعاد • ويجب لهذه الاماكن أن تكون بقدر الامكان فى شكل مربع او مستطيل حتى يكون من السهل حساب مساحتها • ويجب ان تفصل النباتات فى الاماكن المستبعدة قبل الحصاد مباشرة •

ولحساب كمية المحصول الناتج من التجارب الحقلية تطبق طريقتين :

١) طريقة مباشرة : يتم فيها حصاد كلى للنباتات فى القطعة •

٢) طريقة غير مباشرة : وفيها يحدد محصول قطعة ما على اساس عينة متوسطة وفى الطريقة المباشرة تحصد القطعة كلها ويوزن المحصول ومن معرفة المساحة المحسوبة للقطعة فمن السهل ان يترجم المحصول الى كيلو جرام فى وحدة المساحة (فدان او هكتار ••• الخ) وفى الطريقة الغير مباشرة يوزن كل من المحصول من العينة المتوسطة والمحصول من القطعة كلها على حدة • ومن السهل هنا ان يحدد النسبة بين وزن المحصول الكلى للقطعة ووزن العينة المتوسطة • وحيث يعرف مقدار الجزء من المحصول الكلى الذى يمثله المحصول من العينة الماخوذة ومقدار المساحة المحسوبة للقطعة فانه من السهل ان يحسب المحصول من وحدة المساحة (الفدان او الهكتار) مثلا نفترض انه فى احدى التجارب الحقلية المنزرعة قمحا حصل من قطعة بمساحة ٥٠م٢ على ٦٠ كجم مخلوط حبوب باجزاء السنابل وكان وزن مخلوط العينة ١٥ كجم فان وزن مخلوط العينة يساوى $\frac{1}{4}$ المحصول الكلى ($\frac{15}{60}$) ولو ان وزن الحبوب من مخلوط العينة بعد فصل الحبوب هو ٥ كجم فان محصول الحبوب من ٥٠م٢ يكون ٤ × ٥ = ٢٠ كجم وبالتالى من الهكتار = ٢٠ × ٢٠٠ = ٤٠٠٠ كجم (الهكتار = ١٠٫٠٠٠ م٢) •

وقد وجد انه عندما يكون من الضرورى فى المحاصيل النجيلية ان تقيم اختلافات صغيرة بين المعاملات فان طريقة العينة هذه تكون غير مناسبة • ومن الاصح ان تعمل تجارب ذات القطع الصغيرة بعدد اكبر من المكررات ويحسب محصول كل قطعة ككل ويمكن ان ينصح بطريقة العينة فقط فى الحالات التى يكون فيها الجو رطب بحيث لمن المحاصيل الماخوذة من القطع لايمكنها ان تجف جيدا •

وفى الدول او المناطق التى بها مناخ رطب ومن الصعب جفاف الحبوب فانه يلزم اخذ عينات لتقدير نسبة الرطوبة فى الحبوب ثم يحسب المحصول على اساس نسبة رطوبة محددة قياسية (١٤٪ للمحاصيل النجيلية) وبذلك يمكن عمل مقارنة سليمة للنتائج .

هذا وعند غياب نتائج قطعة تجريبية معينة او عدة قطع فى التجربة نتيجة اسباب غير مقصودة فانه يمكن حسابها باستعمال بعض المعادلات الاحصائية حسب نوع التصميم ، واذا غابت معاملة ما او مكرر ما اكثر من ٣٠٪ من القطع فان هذا المكرر او هذه المعاملة يجب ان يستبعدوا تماما من التجربة . وعندما يكون امامنا فرصة الاختيار بين ان نستبعد معاملة او مكرر فانه من الاصح ان نستبعد المكرر لانه ينتج بهذه الطريقة اقل فقد للمعلومات عن استبعاد المعاملة .

طرق تصميم وتحليل التجربة الحقلية

ان دقة التجربة لاتعتمد فقط على عدد المكررات ولكن ايضا على توزيع المعاملات فيها . ويوجد عدد كبير من الطرق لتصميم التجارب الحقلية وكذلك ايضا للتحليل الاحصائى للنتائج الرقمية المتحصل عليها منها . ويوجد حاليا الطرق التالية :

١) طريقة القطاعات الكاملة العشوائية .

٢) طريقة المربع اللاتينى

٣) طريقة المستطيل اللاتينى

٤) الطرق الشبكية (البسيطة ، الثلاثية ، والمتوازية)

٥) طرق تصميم التجارب المديدة العوامل (المركبة) .

وحتى يفهم بطريقة اسهل جوهر الطرق الجديدة فمن الضرورى ان يفسر ان القطعة التجريبية تمثل اصغر وحدة فى التجربة والقطاع هو الوحدة التالية الاكبر حجما وكل قطاع حسب الطريقة المستعملة يشمل اما كل المعاملات (طرق ذات القطاعات الكاملة) او جزء معين فقط منها (طرق بقطاعات ناقصة او غير كاملة) ويشمل المكرر كل المعاملات (الاصناف) المختبرة فى التجربة مرة واحدة وبالتالى فان القطاعات الكاملة تمثل فى نفس الوقت ايضا مكررات بينما فى الطرق ذات القطاعات الغير كاملة يتركب المكرر من عدة قطاعات ويمثل وحدة اكبر من القطاع . نفس الشىء ايضا يوجد فيما يسمى بالتصميمات الشبكية . ولكن احيانا خصوصا عند وجود عدد قليل من المعاملات المختبرة يكون من الاهداف ان يشمل القطاع الواحد على اكثر من مكرر واحد .

هذا وسوف نتناول بالدراسة هنا فقط تصميمين من هذه التصميمات وهمـــا تصميم القطاعات الكاملة العشوائية وتصميم المربع اللاتينى :

١) تصميم القطاعات الكاملة العشوائية :

وفيها يتم ترتيب المعاملات (السلالات المطلوب مقارنتها) فى القطاعـــات بطريقة مبسطة جدا وفى حالة ما اذا احتوى كل قطاع (بلوك) على كـــــل المعاملات المختبرة لمرة واحدة فقط يكون مسئولا كما ذكرنا سابقا عن تكرار واحد هذا ويمكن ان ينفذ ترتيب القطاعات اساسا باحدى الطرق التالية :

(أ) توزيع القطاعات واحد بجوار الاخر :

Block (4) Block (3) Block (2) Block (I)

(ب) توزيع القطاعات فى صفين :

Block (4)	Block (3)
Block (2)	Block (I)

(جـ) توزيع القطاعات واحد تحت الاخر

Block (4)

Block (3)

Block (2)

Block (4)

واول طريقة للتوزيع تتناسب مع اختبار عدد قليل من المعاملات (حتى خمسة) والثانى لـ ٨ ــ ١٠ معاملات اما الثالث لعدد اكبر من المعاملات (حـــتى ١٥) هذا ويجب ان نشير الى ان معاملات التجربة (السلالات) تتوزع فـــى القطاعات بطريقة عشوائية rondom . ومن هنا ياتى اصطلاح العشوائية Randomization وفى هذه الطريقة من توزيع كل معاملة فى القطاعات المختلفـــة فانها تضمن ان المعاملة لاتقع فقط فى ظروف تربة مختلفة ولكن فى كل حالـــة يجب ان توجد بجانب معاملات اخرى مختلفة مما سوف يضمن دقة اكبر للمقارنة . وبخلاف هذا فان التربة فى كل قطاع على حدة يجب ان تكون متجانسة وبالتالى بهذه الطريقة من التوزيع فان مجموع كميات المحصول لكل معاملة لاتتاثر من تباين التربة ولكن تعتمد اساسا على الصنف المختبر .

ويتم التوزيع العشوائى اما بسحب قطع الورق الصغيرة او عن طريق جداول خاصة للارقام العشوائية ولكن حاليا فقد قل استعمال هذه الطرق بسبب كثيـــر من العيوب الجوهرية ويتم فى الطرق الحديثة للتجارب الحقلية توزيع العوامـــل

بحيث ان تقع كل معاملة فى اماكن مختلفة على المساحة التجريبية وان تكون موزعة بالتساوى عليها وعندما يكون عدد المعاملات المختبرة كبير فانه احيانا ما يكـون من الصعب ان يرسم تصميم اكثر نجاحا ويمكن للمربين فى حالات مشابهـــة ان يستعملوا تصميمات جاهزة الاعداد لكل عدد من المعاملات • وفى الشكـــل التالى يعرض بثلاثة امثلة التوزيع المشوائى للمعاملات فى القطاعات والتى تكـون مسئولة عن اشكال القطاعات المعطاة فى الثلاثة طرق السابقة •

I 2 3 4   3 I 2 4   3 4 2 I   2 3 I 4

Block(I)   Block(2)   Block(3)   Block(4)

Block(3)   Block(4)

4 5 I 6 2 3   5 4 I 3 6 2

I 2 3 4 5 6   4 6 2 3 I 5

Block(I)   Block(2)

Block (4)	3	8	5	I	7	2	?I0	4	6	9
Block (3)	4	6	I0	2	9	3	8	I	7	5
Block (2)	I0	7	9	6	8	4	2	5	3	I
Block (I)	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0

(شكل التوزيع المشوائى لـ ٤ ، ٦ ، ١٠ معاملات فى البلوكات)

ومن المتعارف عليه ان ارقام القطاعات توضع بين اقواس حتى لاتختلط مع ارقام المعاملات • وفى المكرر الاول عادة يحتفظ بالترتيب المسلسل للمعامـــلات بهدف اجراء القياسات المورفولوجية بطريقة اكثر راحة •

مثال : اجريت تجربة لمقارنة محصول ٤ سلالات مبشرة فى برنامج لتربية القمـح صممت بطريقة القطاعات الكاملة المشوائية فى خمسة قطاعات والجدول التالى يبين خريطة الحقل وعليها توزيع السلالات ومحصول كل قطعة بالاردب للفدان

قطاع (١)	قطاع (٢)	قطاع (٣)	قطاع (٤)	قطاع (٥)
د = ٢٩٫٣	ب = ٣٣٫٠	د = ٢٩٫٨	ب = ٣٦٫٨	د = ٢٨٫٨
ب = ٣٣٫٣	ا = ٣٤٫٠	ا = ٣٤٫٣	د = ٢٨٫٠	د = ٢٨٫٨
جـ = ٣٠٫٨	جـ = ٣٤٫٣	ب = ٣٦٫٣	ا = ٣٥٫٠	ب = ٣٤٫٥
ا = ٣٢٫٣	د = ٢٦٫٠	جـ = ٣٥٫٣	جـ = ٣٢٫٣	ا = ٣٦٫٥

التحليل الاحصائى :

اولا : تفرغ البيانات من الخريطة الحقلية السابقة الى جدول اخر كما يلى :

السلالة	القطـــــاع (١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	المجموع	المتوسط
أ	٣٢ر٣	٣٤ر٠	٣٤ر٣	٣٥ر٠	٣٦ر٥	١٧٢ر١	٣٤ر٤
ب	٣٣ر١	٣٣ر٠	٣٦ر٣	٣٦ر٨	٣٤ر٥	١٧٣ر٩	٣٤ر٨
جـ	٣٠ر٨	٣٤ر٣	٣٥ر٣	٣٢ر٣	٣٥ر٨	١٦٨ر٥	٣٣ر٦
د	٢٩ر٣	٢٦ر٠	٢٩ر٨	٢٨ر٠	٢٨ر٨	١٤١ر٩	٢٨ر٤
المجموع	١٢٥ر٧	١٢٧ر٣	١٣٥ر٧	١٣٢ر١	١٣٥ر٦	٦٥٦ر٤	٣٢ر٨

ثانيا : تحسب الكميات التالية :

معامل التصحيح = (مجموع محصول القطع كلها)^2 / عدد القطع الكلى = (٦٥٦ر٤)^2 / ٢٠ = ٢١٥٤٣ر٠٥

مجموع المربعات الكلى = (٣٢ر٣)^2 + (٣٤ر٠)^2 + ٠٠٠ + (٢٨ر٨)^2 ـ معامل التصحيح = ١٨٢ر١٧

مجموع مربعات القطاعات = [(١٢٥ر٧)^2 + ٠٠٠٠ + (١٣٥ر٦)^2] / ٤ ـ معامل التصحيح = ٢١ر٤٦

مجموع مربعات السلالات = [(١٧٢ر١)^2 + ٠٠٠ + (١٤١ر٩)^2] / ٥ ـ معامل التصحيح = ١٣٤ر٤٥

مجموع مربعات الخطأ التجريبى = مجموع المربعات الكلى ـ (مجموع مربعات السلالات + مجموع مربعات القطاعات)

= ١٨٢ر١٧ ـ (١٣٤ر٤٥ + ٢١ر٤٦) = ٢٦ر٢٦

ثالثا : تفرغ الكميات السابقة فى جدول تحليل الاختلافات كالاتى :

مصادر الاختلاف	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات (التباين)	F المحسوبة	F من الجدول على مستوى ٠٥ر	٠١ر
القطاعات	٤	٢١ر٤٢	٥ر٣٦			
السلالات	٣	١٣٤ر٤٥	٤٤ر٨٢	٢٠ر٤٦ **		٥ر٩٥
الخطأ التجريبى	١٢	٢٦ر٢٦	٢ر١٩			
المجموع الكلى	١٩	١٨٢ر١٧				

مع ملاحظة مايلى :

١) درجات الحرية تساوى عدد القيم ناقص واحد

٢) متوسط المربعات او التباين ياتى بقسمة مجموع المربعات على درجات الحرية المقابلة .

٣) تحسب قيمة F بقسمة تباين السلالات او القطاعات على تباين الخطا التجريبى .

٤) تستخرج قيمة F من الجدول على مستوى المعنوية ٠٥ر ، ٠١ر بدرجات حرية $ن_١$ = درجات الحرية للتباين المقسوم ، $ن_٢$ = درجات الحرية للتباين المقسوم عليه ، ففى المثال الحالى تستخرج قيمة F لمقارنة السلالات بالنظر فى الجدول عند درجات حرية ٣ (افقى) ، ١٢ (راسى) .

٥) بمقارنة F المحسوبة بقيمة F من الجدول نجد ان الاولى اكبر من الثانية على مستوى ٠١ر٠ ومعنى ذلك ان الفروق بين السلالات مؤكدة جدا ويرمز لذلك بوضع نجمتين على قيمة F المحسوبة .

رابعا : <u>التفرقة بين متوسطات السلالات :</u>

بعد التحقق من وجود فروق حقيقية او معنوية فى المحصول من السلالات فان السؤال التالى يطرح نفسه : ماهى السلالات التى سببت هذه الفروق ؟ او بمعنى اخر هل كل السلالات مختلفة معنويا عن بعضها ام ان هناك بعض السلالات متشابهة فى محصولها وبعضها مختلف ؟ ولاستكشاف ذلك نقوم باجراء اختبار يطلق عليه " اقل فرق معنوى L.S.D "

<u>اقل فرق معنوى :</u> L.S.D.

يقصد به القيمة التى تكون الفروق الاقل منها غير معنوية . او بمعنى اخر اذا قل الفرق بين متوسطى سلالتين عن قيمة اقل فرق معنوى فان هاتين السلالتين لاتختلفان عن بعضهما احصائيا والعكس صحيح . ويحسب اقل فرق معنوى من المعادلة التالية :

$$L.S.D = t \sqrt{\frac{\text{٢ (تباين الخطا)}}{\text{عدد القطاعات}}} \quad \text{حيث } t$$

= قيمة t مستخرجة من جداولها بدرجة حرية تساوى درجة حرية الخطأ (١٢ درجة فى المثال السابق) وعلى مستوى المعنوية المطلوب .

وعليه فانه فى المثال السابق تكون قيمة L.S.D على مستوى ١ % .

$= ٢٫١٨ \times \sqrt{\frac{٢ \times ٢٫١٩}{٥}} = ٢٫٠٣$ كجم

وترتيب متوسطات السلالات فى المثال السابق ترتيبا تنازليا كالاتى :

السلالة	ب	ا	جـ	د
المحصول	٣٤٫٨	٣٤٫٤	٣٣٫٦	٢٨٫٤

ويوضح الخط الافقى الذى يربط بين السلالات ب ، ا ، جـ فى الترتيب التنازلى ان متوسطات هذه السلالات تضم مجموعة واحدة وان الفروق بينها غير معنوية بينما تختلف متوسطات هذه المجموعة عن متوسط السلالة (د) بفروق معنوية٠

ميزات وعيوب القطاعات الكاملة العشوائية :

اهم ميزة لهذا التصميم انه يمكن فيه زيادة عدد المكررات (القطاعـــات) لزيادة حساسية التجربة بالدرجة المطلوبة ٠ كما ان فقدان بيانات قطاع او اكثر لايترتب عليه اى صعوبة فى التحليل الاحصائى ، اذ يمكن تحليل بيانـــات القطاعات المتبقية فقط ٠ اما اهم عيب فيه انه فى حالة زيادة عدد الســلالات المقارنة وكبر حجم القطعة التجريبية فان حجم القطاع الواحد يزيد بدرجة قــد تساعد على زيادة الخطا التجريبى وعليه ففى حالة مقارنة عدد كبير من السلالات يجب تصغير مساحة القطعة او استخدام تصميم اخر ٠

تصميم المربع اللاتينى : Latin square

فى تصميمات القطاعات يمكن ان نستبعد اختلافات التربة بين القطاعات المختلفة (المكررات) ويعطى ترتيب المعاملات فى تصميم المربع اللاتينى امكانية استبعـــاد التاثير الغير مرغوب لتباين التربة داخل القطاع نفسه اى ليس فقط فى اتجـــاه افقى ولكن ايضا فى الاتجاه الراسى وتاتى هذه الامكانية من التقسيم المـــزدوج للمعاملات فى القطاعات وفى الاعمدة ٠ ويكون هذا الترتيب ممكنا فقط عندمـــا يكون عدد المعاملات مساو لعدد القطاعات (المكررات) وبالتالى لعدد الاعمدة ويمثل شكل التجارية بالتالى مربع

ويتم اعداد شكل المربع اللاتينى بالطريقة التالية :

القطع فى البلوكات تسجل بحيث ان معاملة رقم ١ فى كل بلوك تالى تذهب فـــى عمود واحد على اليمين ففى توزيع ٤ × ٤ سوف يتحصل على الشكل التالى :

	اعمـــــدة			
	(I)	(2)	(3)	(4)
Block(I)	I	2	3	4
Block(2)	9	I	2	3
Block(3)	3	4	I	2
Block(4)	2	3	4	I

شكل مربع لاتينى ٤×٤ ذو توزيع منتظم للمعامـــــلات

ويلاحظ من الشكل ان كل معاملة فى التجربة توجد فى كل بلوك وفـــى كل عمواد مرة واحدة فقط ولكن تتماثل الاشكال من هذا الطراز مع اشكـــال الطرق الشطرنجية القديمة ذات التوزيع المنتظم للمعاملات ، ولكى نحصل علـــى توزيع عشوائى نتبادل اولا اماكن البلوكات وبعد ذلك ايضا الاعمدة بالطريقـة التالية :

	اعمـــدة (a)					اعمـــدة (b)			
	(I)	(2)	(3)	(4)		(4)	$2)	(I)	(3)
(3)	3	4	I	2	(3)	2	4	3	I
(2)	4	I	2	3	(2)	3	I	4	2
(I)	I	2	3	4	(I)	4	2	I	3
(4)	2	3	4	I	(4)	I	3	2	4

شكل الاستبدال العشوائى للقطاعات (a) وللاعمدة (b)

وبنفس الطريقة ممكن ان نحصل على توزيعات للمعاملات من طراز ٥ × ٥ ، ٦ × ٦ ، ٧ × ٧ ، ٨ × ٨ وخلاف ذلك ممكن ان نحصل على عدة توزيعـــات عشوائية على اساس الطريقة التى بها تغير اماكن البلوكات والاعمدة فى كل عـــدد واحد من المعاملات .

ويتناسب الترتيب فى المربع اللاتينى لاختبار عدد قليل من المعاملات (من ٤ ــ ٨) وفى التجارب الاكبر حجما فان تطبيق المربع اللاتينى فى الاختبـــارات الصنفية يكون محدودا لان عدد المكررات (البلوكات) يجب ان يكون مساويـــا للمعاملات فى التجربة واستعمال اكثر من ستة مكررات ليس مرغوبا لا من الناحيـــة الفنية ولا الاقتصادية .

التحليل الاحصائى :

مثال : يوضح جدول رقم (١) الشكل العام لتجربة حقلية مصممة بنظام المربع اللاتينى لمقارنة ٦ اصناف من القطن موضحا فيه محصول القطع بالقنطار للفدان ٠

اعمـــدة

	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	
(١)	٥ر٥ جـ	٦ر٦ هـ	٦رـــ ب	٦ر٥ أ	٧رـــ هـ	٩رـــ جـ	٤٠ر٦
(٢)	٥ر٥ أ	٨رـــ د	٨ر٥ و	٦ر٤ جـ	٦ر٢ ب	٦ر٨ ب	٤١ر٤
صفوف (٣)	٦ر٢ ب	٥ر٨ أ	٦ر٧ جـ	٨ر[illegible] و	٦ر٧ هـ	٩رـــ د	٤٣ر٢
قطاعات (٤)	٦ر٥ هـ	٩ر١ و	٧ر٥ د	٦ر٤ ب	٨ر٢ أ	٦ر٣ جـ	٤٤رـــ
(٥)	٧ر٨ د	٦رـــ جـ	٦رـــ أ	٨ر٦ هـ	٩ر١ و	٧ر٧ ب	٤٥ر٢
(٦)	٩ر٢ و	٧رـــ ب	٧رـــ هـ	٧ر٣ د	٨ر٨ جـ	٧ر٣ أ	٤٦ر٦

وتتلخص خطوات التحليل فيما يلى :

اولا : تفرغ بيانات التجربة فى جدول كما يلى :

السلالة	(١)	(٢)	(٣) الاعمـــدة	(٤)	(٥)	(٦)	المجموع	المتوسط
أ	٥ر٥	٥ر٨	٦ر٠	٦ر٥	٨ر٢	٧ر٣	٣٩ر٣	٦ر٥٥
ب	٦ر٢	٧ر٠	٦ر٠	٦ر٤	٦ر٢	٧ر٧	٣٩ر٥	٦ر٥٨
جـ	٥ر٥	٦ر٠	٦ر٧	٦ر٤	٨ر٨	٦ر٣	٣٩ر٧	٦ر٦١
د	٧ر٨	٨ر٠	٧ر٥	٧ر٣	٧ر٠	٩ر٠	٤٦ر٦	٧ر٧٦
هـ	٦ر٥	٦ر٦	٧ر٠	٨ر٦	٦ر٧	٦ر٨	٤٢ر٢	٧ر٧٤
و	٩ر٢	٩ر١	٨ر٥	٨ر٨	٩ر١	٩ر٠	٥٣ر٧	٨ر٩٥
المجموع	٤٠ر٧	٤٢ر٥	٤١ر٧	٤٤ر٠	٤٦ر٠	٤٦ر٠	٢٦١ر٠	

ثانيا : تحسب الكميات التالية :

ـ معامل التصحيح = (٢٦١)^٢ / ٣٦ = ١٨٩٢ر٣

ـ مجموع المربعات الكلى = (٥ر٥)^٢ + ... + (٩ر٠)^٢ ـ ١٨٩٢ر٣ = ٤٦ر٦٦

ـ " " الاصناف = [(٣٩ر٣)^٢ + ... + (٥٣ر٧)^٢] / ٦ ـ ١٨٩٢ر٣ = ٢٧ر١٩

ـ " " الاعمدة = [(٤٠ر٧)^٢ + ... + (٤٦ر١)^٢] / ٦ ـ ١٨٩٢ر٣ = ٢ر٦٤

ـ " " الصفوف (القطاعات) = [(٤٠ر٦)^٢ + ... + (٤٦ر٦)^٢] / ٦ ـ ١٨٩٢ر٣ = ٤ر٢٣

ـ " " الخطأ = مجموع المربعات الكلى ـ (م م السلالات + م م الاعمدة + م م الصفوف)

= ٤٦ر٦٦ ـ (٢٧ر١٩ + ٢ر٦٤ + ٤ر٣٢) = ١٢ر٩٠

ثالثا : تفرغ الكميات السابقة فى جدول تحليل الاختلافات بنفس الاسس السابق شرحها فى تصميم القطاعات الكاملة العشوائية

جدول تحليل الاختلافات

مصدر الاختلاف	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	قيمة F	F من الجدول ٠٥ر	F من الجدول ٠١ر
الاصناف	٥	٢٧ر١٩	٥ر٤٣٨	٨ر٤٣ **	٢ر٧١	٤ر١٠
الصفوف	٥	٤ر٢٣	٨٤٦ر			
الاعمدة	٥	٢ر٦٤	٥٢٨ر			
الخطأ التجريبى	٢٠	١٢ر٩٠	٦٤٥ر			
المجموع	٣٥					

ومن الجدول يتضح لنا ان الفروق بين الاصناف فروق معنوية على مستوى ١ % .

رابعا : التفرقة بين المتوسطات :

لاظهار الاختلافات المعنوية بين متوسطي اى صنفين نستخرج قيمة اقل فرق معنوى كما يلى :

اقل فرق معنوى L S D = t × √(٢ × الخطأ التجريبى / عدد الصفوف)

حيث تستخرج قيمة t من جداولها بدرجات حرية الخطأ (٢٠) وعلى مستوى المعنوية ١ ٪ فنجد انها تساوى ٢٫٨٤

∴ اقل فرق معنوى = ٢٫٨٤ × $\sqrt{\frac{2(0.635)}{5}}$ = ١٫٣١

يلى ذلك ترتيب المتوسطات تنازليا

و	د	هـ	جـ	ب	أ
٨٫٩٥	٧٫٧٦	٧٫٠٣	٦٫٦١	٦٫٥٨	٦٫٥٥

وباضافة قيمة LSD على المتوسط الادنى نحصل على ٧٫٨٦ وعليه فان اى متوسطين من المجموعة التى تشمل أ ، ب ، جـ ، د ، هـ ليس بينهم فرق معنوى واذا طرحنا اقل فرق معنوى من المتوسط الاعلى فنحصل على ٧٫٦٤ وعليه فان الفرق بين د ، و غير معنوى ويمكن ان نستنتج ان الصنف و هو اجود الاصناف وان كان لايختلف معنويا عن الصنف د .

عيوب المربع اللاتينى :

يعيب على المربع اللاتينى ان زيادة عدد السلالات المقارنة يترتب عليه زيادة حجم التجربة مما يساعد على زيادة الخطا التجريبى كما ان نقص عدد السلالات جدا يجعل التصميم غير عملى لان درجات الحرية للخطا تقل بدرجة كبيرة . ومن عيوبه ايضا ان فقد بيانات اى صف او عمود يجعل التحليل الاحصائى غير ممكن وفى هذه الحالة يحلل باعتباره قطاعات كاملة عشوائية .

تمارين :

١) تجربة مصممة بنظام القطاعات الكاملة لمقارنة محصول ٧ اصناف من الفول فى ٥ مكررات كانت نتائجها كما يلى :

رقم الصنف	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
متوسط محصوله	١٠٫٢	١٢٫٩	١٣٫١٥	١٤٫٧	٩٫٨	٧٫١	٧٫٥

وكان جدول تحليل الاختلافات كما يلى :

مصدر التباين	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات	F
القطاعات	—	٢٦٠٫٠	٦٥	
الاصناف	—	١١٥٨٫٦	—	—
الخطا	—	—	—	
المجموع الكلى	—	١٧٣٠٫٦		

والمطلوب :

١) تكملة جدول تحليل الاختلاف واختبار معنوية الفروق بين الاصناف
٢) حساب قيمة اقل فرق معنوى على مستوى ٥ ٪ .
٣) تحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات .

٢ ــ فى تصميم مربع لاتينى لمقارنة ٤ سلالات من الشعير كان جدول تحليل الاختلاف كما يلى :

مصدر الاختلاف	درجات الحرية	مجموع المربعات	متوسط المربعات
اعمدة	ــ	ــ	٤٥
صفوف	ــ	١٢٠	ــ
سلالات	ــ	ــ	٥٤
خطا	ــ	ــ	ــ
مجموع كلى	ــ	٤٧٥	ــ

والمطلوب (١) تكملة جدول تحليل الاختلاف واختبار معنوية الفروق بين المتوسطات
(٢) حساب اقل فرق معنوى

٣ ــ افترض نفس التجربة السابقة وعلى فرض ان متوسط مربعات السلالات مجهول ولكن متوسطات السلالات هى ٥ ، ٧٫٥ ، ١٠ ، ١٤ ثم اكمل الجدول السابق .

٤ ــ فى تجربة لمقارنة خمسة اصناف من البرسيم فى ٣ مكررات كان محصول القطعة بالكيلو جرام كما يلى :

المكرر	أ	ب	جـ	د	هـ
			الاصنـــــاف		
١	٢	٥	٧	٦	٤
٢	٢	٨	٨	٨	٩
٣	٤	٨	٦	٧	٥

والمطلوب تحليل التجربة احصائيا وحساب قيمة اقل فرق معنوى وتحديد الفروق المعنوية بين متوسطات الاصناف . علما بان قيمة F على مستوى ٥ ٪ لدرجات حرية (٤ ، ٨) = ٣٫٨٤

٥ ــ فى تجربة لمقارنة محصول ٤ اصناف من البرسيم (طن / فدان) كانت النتائج كما يلى :

الاعــــــــــــــــدة

الصفوف	(١)	(٢)	(٣)	(٤)
(١)	أ ـ ٥	جـ ـ ٩	ب ـ ٨	د ـ ٤
(٢)	ب ـ ٨	أ ـ ٦	د ـ ٦	جـ ـ ٨
(٣)	جـ ـ ٩	د ـ ٥	أ ـ ٧	ب ـ ٦
(٤)	د ـ ٤	ب ـ ٧	جـ ـ ١٠	أ ـ ٨

والمطلوب تحليل التجربة احصائيا وعمل المقارنات الممكنة بين متوسطات الاصناف علما بان F على مستوى ٥ ٪ لدرجات الحرية (٣ ، ٦) = ٤ر٧٦

الســــجلات Records

لكى نحصل على تصور سليم لحالة العمل فى كل مكان تربية فان العمــــل يجب ان يكون منعكسا فى سجلات ونظام تدوين مناسبين • وترجمة الحسابـــات هى عنصر ضرورى فى كل عمل تربوى حيث انه عن طريق التسجيل الدقيق والفورى للسير المنظم للعملية التربوية يمكن ان يؤكد بان الصنف الجديد ليس ناتجـــا بفعل الصدفة ولكن نتيجة عمل منظم •

وفى التطبيق فى الاماكن البحثية العلمية سواء بالخارج او الداخل عملت عدة اشكال مختلفة لتسجيل المعلومات التى يتحصل عليها عند سير العملية التربويـــة ويتحدد هذا الاختلاف من الاهداف المختلفة التى يقوم المكان بالعمل للوصول لحل لها ، وكذلك من اسباب تنظيمية وتقريبا يوجد لكل مربى نظامه الخـــاص لتسجيل البيانات ولكن بنظرة اكبر فانه من الضرورى ان يحدد عدد السجـــلات وان يستعمل فقط الاكثر اهمية •

والتسجيل الاساسى للبيانات يجب ان يجيب على الظروف التالية :

١) ان يكون كاملا •
٢) ان يؤخذ فى الوقت المناسب تماما •
٣) ان يكون بقدر الامكان موحدا لكل المعاهد فى البلد الواحد •
٤) ان يكون دقيقا موثوقا به •

واهم السجلات التى يجب ان تملأ فى مكان تربوى واحد هى مايلى :

١) سجل الاصول الجديدة :

حيث يسجل فيها كل العينات من الاصول الجديدة التى يتحصل عليهـــا عن طريق الاستيراد او المراسلات وخلاف رقم العينة هنا فانه يجب ان يدون منشأها وسنة الزراعة •

٢) سجل التهجينات :

يسجل فيها الامهات والاباء ، تاريخ التهجين ، عدد التهجينات ، عدد البذور الهجينية الناتجة ونسبة العقد .

٣) سجل الزراعة والملاحظات الحقلية :

يسجل هنا مع الارقام المسلسلة المقابلة كل المينات التى تزرع فى حقول التربية وكذلك الارقام المتوقع لها ان تشترك فى تجارب الاختبارات الصنفية ، حيث يعمل لكل منها خطة مفصلة عن عدد الخطوط المزروعة لكل رقم بهدف اعادة عمل بطاقات لها لو فرغ وفقدت من القطع التجريبية وخلاف هذا يذكر مقابل كل رقم مسلسل والذى تحته يزرع عينة رقم المينة نفسها فى السنة السابقة . ويسجل فى نفس السجل نتائج القياسات المورفولوجية والتقييم الحقلى للمقاومة للبرودة والمقاومة للجفاف ودرجة مهاجمة بعض الامراض والافات .

٤) سجل التقييم المعملى وتحليل مواد التربية :

حيث ينقل فيه نتائج قياسات النباتات او الهجن او الانسال المختارة المختلفة ويوخذ غالبا فى الاعتبار الصفات التى تمثل عناصر للمحصول . وعندما يكون ضروريا هنا فانه يمكن تسجيل بيانات ايضا عن التركيب الكيماوى والصفات التكنولوجية لمواد التربية .

٥) يوميات الملاحظات الحقلية :

حيث يجب ان تسجل كل البيانات الضرورية المتحصل عليها مباشرة فى الحقل خلال وقت النمو الخضرى وكذلك نتائج التحليل المعملى .

ويجب ان يتم التسجيل حالا بعد تنفيذ العمل . ونظرا لان السجل اليومى للملاحظات الحقلية سوف يحمل ويملأ فى الحقل فانه يجب ان ياخذ شكلا وحجما مناسبا وان يكون مريح فى الحمل ومن المفضل ان يكون مغلف بغلاف قوى . هذا وتنقل البيانات من هذا السجل اليومى بعد ذلك الى السجلات المناظرة حسب نوع البيانات .